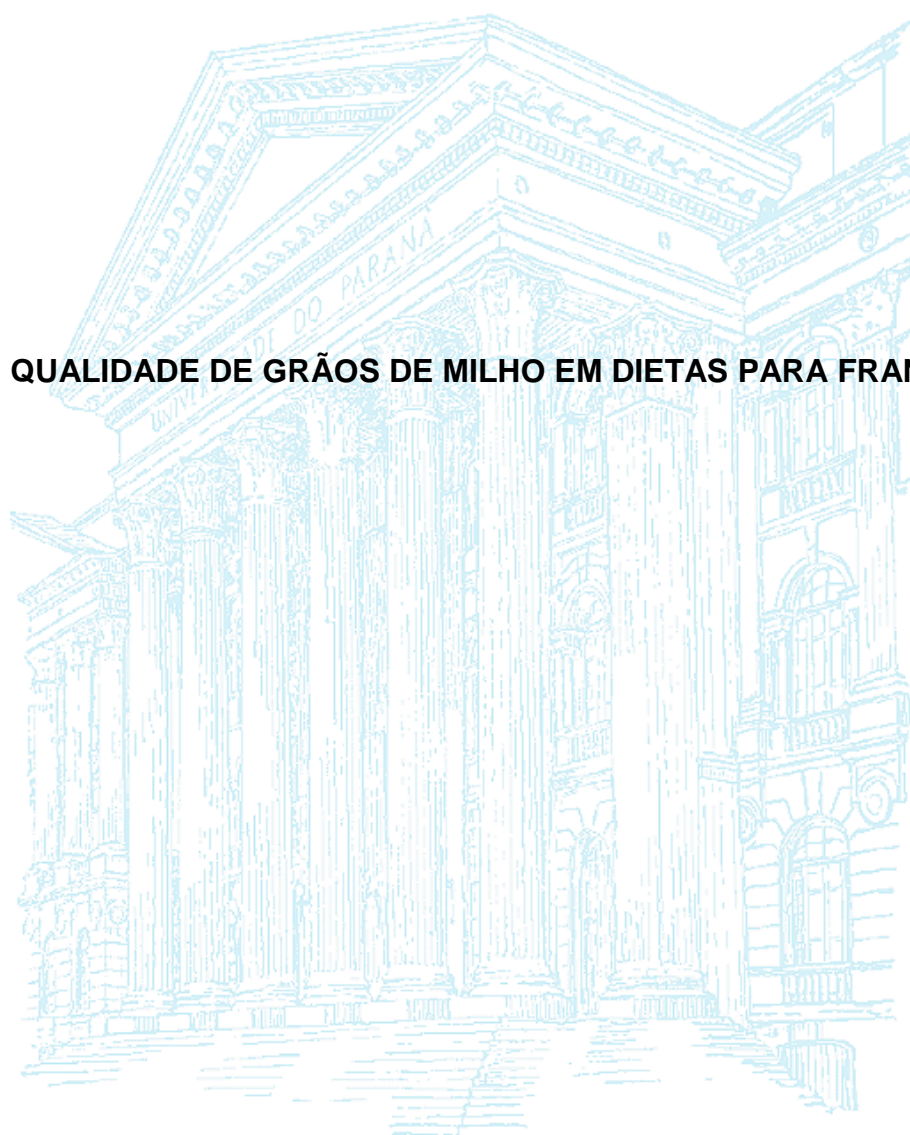


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

PAULA CARVALHO LEAL



QUALIDADE DE GRÃOS DE MILHO EM DIETAS PARA FRANGOS

CURITIBA

2012

PAULA CARVALHO LEAL

QUALIDADE DE GRÃOS DE MILHO EM DIETAS PARA FRANGOS

Dissertação apresentada ao Curso de Pós Graduação em Ciências Veterinárias, do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, como um dos requisitos à obtenção do Título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Alex Maiorka
Coorientadora: Prof. Dra. Ananda Portella Félix

CURITIBA

2012


PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS

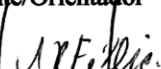


PARECER

A Comissão Examinadora da Defesa da Dissertação intitulada “QUALIDADE DE GRÃOS DE MILHO EM DIETAS DE FRANGOS” apresentada pela Mestranda PAULA CARVALHO LEAL declara ante os méritos demonstrados pela Candidata, e de acordo com o Art. 79 da Resolução nº 65/09–CEPE/UFPR, que considerou a candidata aprovado para receber o Título de Mestre em Ciências Veterinárias, na Área de Concentração em Ciências Veterinárias.

Curitiba, 29 de Março de 2012


Professor Dr. Alex Maiforka
Presidente/Orientador


Professora Dra. Ananda Portella Felix
Membro


Professor Dr. Everton Krabbe
Membro

Dedico:

Aos amores da minha vida...

Lucia, Luiz, Nicolle, Marcio, e amigos.

AGRADECIMENTOS

À Deus, meu amparo, sempre presente.

À Lucia e Luiz, pais queridos, pela educação, amor, e ensinamentos sobre o valor da dedicação, e à minha irmã Nicolle, a quem amo tanto.

Ao namorado Marcio, melhor amigo e companheiro que eu poderia ter.

Ao amigo e orientador, Alex Maiorka, pela confiança e ensinamentos.

À amiga e coorientadora Ananda Portella Félix, que sempre acreditou que tudo seria possível e com seu entusiasmo me enche de inspiração.

Ao Everton Krabbe, por aceitar fazer parte deste trabalho e pelas valiosas discussões.

Aos integrantes do Laboratório de Estudos e Pesquisa em Produção e Nutrição de Animais Não-Ruminantes (LEPNAN), que sempre estiveram firmes no trabalho.

Também ao pessoal dos demais laboratórios de estudo que contribuíram (LABMOR), em especial ao LENCAN, que por amizade e companheirismo também dispuseram sua valiosa ajuda.

Em especial ao Jeanzinho e Léo pelo grande auxílio neste trabalho.

Aos estagiários do Laboratório de Nutrição Animal, e aos amigos Marcelo, Aldo, Air, e principalmente à Cleusa, amiga de luz inigualável.

Às amigas Zê e Lu, que fazem minha vida em Criciúma muito feliz!

Às antigas amigadas... Maísa, Camila, Vanessa. Nada seria igual sem vocês. Já há tanto tempo juntas, e por muito tempo ainda estaremos!

Aos queridos amigos que sempre me encham de felicidade... Lais, Aline, Carlitos, Diego, Anne, Samuel, Stefanie, Chen, Ivânio...

Aos grandes amigos que fizeram os anos na UFPR maravilhosos...sem dúvidas nossa amizade é eterna...Carol, Jé, Laine, Ed.

À Seara Alimentos Ltda, Brasil Foods S/A e Sanex pelas doações de insumos e apoio com análises.

Aos colegas da Seara, pela agradável convivência e aprendizado diário.

Muito obrigada!

“Tudo posso naquele que me fortalece”

Filipenses 4:13

RESUMO

Considerando a importância da cultura de milho na alimentação animal, dando ênfase à sua propriedade energética, os cuidados empregados com a qualidade desta matéria-prima têm aumentado. A proliferação fúngica influencia as propriedades originais dos grãos de milho, prejudicando seu aproveitamento pelos animais. Diante do exposto, objetivou-se verificar as características químicas e físicas de milho com diferentes níveis de ataque fúngico, e seu efeito em dietas de frangos de corte. Para isto, foram selecionados manualmente grãos de milho infestados por fungos (fermentados/ardidos) e grãos íntegros (sadios), e criadas diferentes proporções usando estes tipos de grãos: 0% de grãos de milho fermentados/ardidos + 100% de milho íntegro; 10% de grãos de milho fermentados/ardidos + 90% de milho íntegro; 20% de grãos de milho fermentados/ardidos + 80% de milho íntegro; 30% de grãos de milho fermentados/ardidos + 70% de milho íntegro e 40% de grãos de milho fermentados/ardidos + 60% de milho íntegro. Em laboratório foram realizadas análises químicas e físicas destas diferentes proporções de milho fungado e sadio, e os resultados foram avaliados por meio de modelos estatísticos de análise de variância, utilizando-se a regressão linear ou quadrática, de acordo com o melhor ajuste. Verificou-se que conforme se aumenta a presença de grãos atacados por fungos, suas propriedades químicas são afetadas, bem como suas propriedades físicas. Houve diminuição de matéria seca, fibra bruta, extrato etéreo e energia bruta; aumento da matéria mineral, proteína bruta e atividade de água, bem como redução na densidade. Grãos de milho ardidos apresentam menor dureza em relação aos grãos fermentados e íntegros. O ensaio de desempenho e metabolismo dispôs de 400 frangos de corte criados de 1 a 21 dias de idade em gaiolas metabólicas, consumindo ração com inclusão de 61,14% de milho, e este milho era formado pelas mesmas proporções de grãos de milho infestados por fungos citadas anteriormente. Maiores inclusões de grãos avariados foram acompanhadas de pior desempenho zootécnico das aves, com perdas nos valores de coeficiente de metabolizabilidade de matéria seca e energia metabolizável aparente da dieta. Também verificou-se menor tamanho de vilo, maior profundidade de cripta e maior número de células caliciformes do íleo conforme maior a presença de milho atacado por fungos. Acompanhando estes resultados, as análises das rações experimentais acusaram níveis crescentes de micotoxinas com o aumento progressivo da presença de grãos fermentados e ardidos, o que pode ter contribuído para os resultados do ensaio com as aves. Conclui-se que quanto maior a presença de grãos infestados por fungos, pior a qualidade física e química do milho, prejudicando o desempenho zootécnico e a metabolizabilidade da dieta pelos frangos.

Palavras-chave: Ardidos, energia, fermentados, fungos, nutrição.

ABSTRACT

Considering the importance of corn crop in animal feed, with its emphasis on their energy property, the used care with the quality of the raw material has grown. The fungal proliferation influence the original properties of the grains, and detract from its use by animals. Therefore, were aimed to verify the chemical and physical characteristics of corn of different qualities on account of different levels of fungal attack, and assess the impact of the presence of these grains in broilers diets. For this, the infected maize grains were manually classified by fungi (fermented/mouldy) and intact grains (healthy), and created different proportions using these grains: 0% fermented/mouldy grains + 100% intact; 10% fermented/mouldy grains + 90% intact, 20% fermented/mouldy grains + 80% intact, 30% fermented/mouldy grains + 70% intact and 40% fermented/mouldy grains + 60% intact. In the laboratory were carried out chemical and physical analysis of these proportions of mouldy and healthy corn, and the results were evaluated by using statistical models of variance analysis, using linear or quadratic regression according to the best fit. It was found that as increases the presence of grains attacked by fungi, their chemical properties are affected as well as its physical properties. There was a decrease of the dry matter, the crude fiber, the ether extract and the gross energy, increased the mineral matter, the protein and the water activity, and reduction in the density. Grains of corn mouldy have lower hardness compared to the fermented and healthy grains. The performance and metabolism test disposed 400 broiler chickens raised 1 to 21 days of age in metabolic cages consuming diet with addition of 61.14% corn, being this composed by the same proportion of infected grains by previously mentioned fungi. The greater inclusion of these damaged grains was accompanied by worse animal live performance, with losses in the metabolization coefficient values of the dry matter and the metabolizable energy of corn diet. There were also smaller villi, bigger crypt depth and increased number of goblet cells of the ileum as the greater the presence of corn attacked by fungus. Following these results, the analysis of experimental diets blamed increasing levels of mycotoxins with the increased presence of fermented grain and damaged kernels, and that may have contributed to the test results with the broilers. It is concluded that the greater the presence of grains infested by fungi, worse physical and chemical quality of the corn, and harming animal performance and energy metabolization by chickens.

Key-words: Burn, energy, fermented, fungi, nutrition.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. TEOR DE MATÉRIA SECA EM AMOSTRAS DE MILHO COM CRESCENTES INCLUSÕES DE GRÃOS FERMENTADOS/ARDIDOS...	56
FIGURA 2. TEOR DE MATÉRIA MINERAL (EXPRESSO COM BASE NA MATÉRIA SECA) EM AMOSTRAS DE MILHO COM CRESCENTES INCLUSÕES DE GRÃOS FERMENTADOS/ARDIDOS.	57
FIGURA 3. TEOR DE PROTEÍNA BRUTA (EXPRESSO COM BASE NA MATÉRIA SECA) EM AMOSTRAS DE MILHO COM CRESCENTES INCLUSÕES DE GRÃOS FERMENTADOS/ARDIDOS.	58
FIGURA 4. TEOR DE FIBRA BRUTA (EXPRESSO COM BASE NA MATÉRIA SECA) EM AMOSTRAS DE MILHO COM CRESCENTES INCLUSÕES DE GRÃOS FERMENTADOS/ARDIDOS.	59
FIGURA 5. TEOR DE EXTRATO ETÉREO (EXPRESSO COM BASE NA MATÉRIA SECA) EM AMOSTRAS DE MILHO COM CRESCENTES INCLUSÕES DE GRÃOS FERMENTADOS/ARDIDOS.	60
FIGURA 6. ENERGIA BRUTA (EXPRESSO COM BASE NA MATÉRIA SECA) EM AMOSTRAS DE MILHO COM CRESCENTES INCLUSÕES DE GRÃOS FERMENTADOS/ARDIDOS.....	61
FIGURA 7. DENSIDADE DE AMOSTRAS DE MILHO COM CRESCENTES INCLUSÕES DE GRÃOS FERMENTADOS/ARDIDOS.....	62
FIGURA 8. ATIVIDADE DE ÁGUA (ADIMENSIONAL) DE AMOSTRAS DE MILHO COM CRESCENTES INCLUSÕES DE GRÃOS FERMENTADOS/ARDIDOS.....	63
FIGURA 9. GANHO DE PESO MÉDIO DE FRANGOS DE CORTE MACHOS NO PERÍODO DE 1 A 7 DIAS DE IDADE, ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO CRESCENTES INCLUSÕES DE GRÃOS DE MILHO ATACADOS POR FUNGOS.	81
FIGURA 10. CONVERSÃO ALIMENTAR MÉDIA DE FRANGOS DE CORTE MACHOS NO PERÍODO DE 1 A 7 DIAS DE IDADE, ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO CRESCENTES INCLUSÕES DE GRÃOS DE MILHO ATACADOS POR FUNGOS.	82
FIGURA 11. GANHO DE PESO MÉDIO DE FRANGOS DE CORTE MACHOS NO PERÍODO DE 1 A 21 DIAS DE IDADE, ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO CRESCENTES INCLUSÕES DE GRÃOS DE MILHO ATACADOS POR FUNGOS.	83
FIGURA 12. CONVERSÃO ALIMENTAR MÉDIA DE FRANGOS DE CORTE MACHOS NO PERÍODO DE 1 A 21 DIAS DE IDADE, ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO CRESCENTES INCLUSÕES DE GRÃOS DE MILHO ATACADOS POR FUNGOS.	84
FIGURA 13. COEFICIENTE DE METABOLIZABILIDADE DA MATÉRIA SECA (EXPRESSO COM BASE NA MATÉRIA SECA) DE DIETAS CONTENDO CRESCENTES INCLUSÕES DE GRÃOS DE MILHO ATACADOS POR	

FUNGOS, DE FRANGOS DE CORTE MACHOS NO PERÍODO DE 18 A 21 DIAS DE IDADE.....	85
FIGURA 14. ENERGIA METABOLIZÁVEL APARENTE (EXPRESSO COM BASE NA MATÉRIA SECA) DE DIETAS CONTENDO CRESCENTES INCLUSÕES DE GRÃOS DE MILHO ATACADOS POR FUNGOS, DE FRANGOS DE CORTE MACHOS NO PERÍODO DE 18 A 21 DIAS DE IDADE.	86
FIGURA 15. ALTURA DE VILO NO ÍLEO DE FRANGOS DE CORTE MACHOS AOS 21 DIAS DE IDADE, QUE RECEBERAM DE DIETAS CONTENDO CRESCENTES INCLUSÕES DE GRÃOS DE MILHO ATACADOS POR FUNGOS.	88
FIGURA 16. PROFUNDIDADE DE CRIPTA NO ÍLEO DE FRANGOS DE CORTE MACHOS AOS 21 DIAS DE IDADE, QUE RECEBERAM DE DIETAS CONTENDO CRESCENTES INCLUSÕES DE GRÃOS DE MILHO ATACADOS POR FUNGOS.	89
FIGURA 17. CONTAGEM DE CÉLULAS CALICIFORMES NO ÍLEO DE FRANGOS DE CORTE MACHOS AOS 21 DIAS DE IDADE, QUE RECEBERAM DE DIETAS CONTENDO CRESCENTES INCLUSÕES DE GRÃOS DE MILHO ATACADOS POR FUNGOS.	90

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. CONTRIBUIÇÃO MÉDIA DO MILHO EM RAÇÕES PARA FRANGOS DE CORTE	17
TABELA 2. COMPOSIÇÃO QUÍMICA MÉDIA DO GRÃO DE MILHO (% NA MATÉRIA SECA)	17
TABELA 3. PADRÕES DE CLASSIFICAÇÃO DO MILHO APLICADO POR EMPRESAS QUE PRODUZEM RAÇÕES PARA AVICULTURA	21
TABELA 4. RELAÇÃO ENTRE DENSIDADE (KG/M ³), MICOTOXINAS (PPB) E ENERGIA BRUTA (KCAL/KG COM BASE NA MATÉRIA SECA) DE GRÃOS DE MILHO.....	36
TABELA 5. CORRELAÇÕES DAS VARIÁVEIS FÍSICAS E QUÍMICAS DOS GRÃOS DE MILHO	65
TABELA 6. DUREZA DE GRÃOS DE MILHO EM FUNÇÃO DE SUA QUALIDADE FÍSICA.....	67
TABELA 7. INGREDIENTES E COMPOSIÇÃO QUÍMICA (EXPRESSAS EM MATÉRIA SECA) DAS DIETAS EXPERIMENTAIS, DE 1 A 21 DIAS DE IDADE DAS AVES	77
TABELA 8. QUANTIFICAÇÃO DE MICOTOXINAS NAS RAÇÕES EXPERIMENTAIS	91

LISTA DE SIGLAS, SÍMBOLOS E UNIDADES

Aa: atividade de água

CA: conversão alimentar

CMAi: coeficiente de metabolizabilidade aparente determinado por indicador

CMMS: coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca

CR: consumo de ração

DON: deoxinivalenol

EB: energia bruta

EE: extrato etéreo

EM: energia metabolizável

EMA: energia metabolizável aparente

EMAn: energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio

EMv: energia metabolizável verdadeira

ENN: extrativos não nitrogenados

F B1: fumonisina B1

F B2: fumonisina B2

FB: fibra bruta

FDA: fibra em detergente ácido

FDN: fibra em detergente neutro

GP: ganho de peso

Kgf: quilograma força

MM: matéria mineral

MS: matéria seca

P: probabilidade

PB: proteína bruta

ppb: partes por bilhão

ppm: partes por milhão

ZEA: zearalenona

°C: graus Celsius

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1. Milho e sua importância	16
2.2. Estrutura e composição química de grãos de milho.....	17
2.3. Parâmetros de qualidade na classificação do milho	19
2.4. Etapas que influenciam a qualidade do milho	21
2.5. Insetos.....	25
2.6. Fungos	25
2.7. Micotoxinas	31
2.8. Densidade dos grãos de milho.....	35
2.9. Equações de predição.....	37
2.10. Umidade e atividade de água	39
2.11. Considerações finais.....	40
2.12. Referências.....	42
3. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE GRÃOS DE MILHO AVARIADOS.....	50
RESUMO.....	50
ABSTRACT	51
3.1. INTRODUÇÃO	52
3.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	53
3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	55
3.4. CONCLUSÕES.....	67
3.5. REFERÊNCIAS.....	69
4. GRÃOS DE MILHO AVARIADOS EM DIETAS PARA FRANGOS.....	72
RESUMO.....	72
ABSTRACT	73
4.1. INTRODUÇÃO	74
4.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	75
4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	80
4.4. CONCLUSÕES	92
4.5. REFERÊNCIAS.....	92
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	96
6. ANEXOS	98

1. INTRODUÇÃO

A produção de grãos no Brasil tem aumentado a cada ano, tornando indispensável a adequação aos padrões impostos pelo mercado, que cada vez mais demanda não só por quantidade, mas também por grãos de melhor qualidade. O controle de qualidade em alimentos destinados ao consumo animal ganhou impulso na década de 1960, devido ao incidente em que um surto de aflatoxicose foi responsável pela morte de 100.000 perus no Reino Unido, como consequência da ingestão de farelo de amendoim oriundo do Brasil (Sargeant, 1961). Este fato gerou intensas pesquisas no setor, evidenciando a importância da qualidade do alimento para o animal.

O cereal mais produzido no mundo é o milho, seguido pelo trigo e arroz (USDA, 2011). Consolidado como o principal macro ingrediente energético das rações, a cadeia produtiva de suínos e aves consome cerca de 70% do milho produzido no mundo e entre 70 e 80% do milho produzido no Brasil (Agrolink, 2011). No entanto, o preço de mercado do milho não leva em consideração as particularidades nutricionais, e, por isso, os produtores buscam variedades que tenham alta produtividade e que se adaptem às condições de clima e solo das diferentes regiões.

As etapas pelas quais passam os grãos desde a lavoura, processamento, e os métodos empregados em sua estocagem podem ocasionar vulnerabilidade a fatores que influenciam sua qualidade. O milho é bastante suscetível à contaminação fúngica, e isto se deve em grande parte à sua elevada qualidade nutricional. A permanência na lavoura sem bom empalhamento e por longo período, o ataque de pragas e condições ambientais favoráveis a microrganismos criam uma situação propícia para o desenvolvimento de fungos.

A contaminação fúngica interfere na classificação comercial do produto ao se estabelecer o preço de compra e venda. Decorrentes desta contaminação, os grãos de milho chegam à condição de ardidos e fermentados, ambos resultantes de infestação fúngica, porém em estágios de “invasão” diferentes e empobrecidos nutricionalmente. Esta situação leva a alterações de qualidade dos grãos, com relevância tanto pelas perdas bromatológicas, quanto pelos danos causados aos animais por micotoxinas (Krabbe, 1995), influenciando no desempenho zootécnico e aumentando custos de produção. Portanto, considerando que a ocorrência de fungos e micotoxinas é rotineira, torna-se imprescindível o constante monitoramento da qualidade do milho utilizado na nutrição animal, aprimorando os trabalhos direcionados a este controle.

Por conta da importância do milho no setor agroindustrial, objetivou-se verificar o impacto do ataque fúngico sobre a qualidade física e química de grãos de milho, e como sua presença em dietas de frangos de corte influencia o desempenho zootécnico, metabolizabilidade de nutrientes da dieta e morfologia intestinal.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. MILHO E SUA IMPORTÂNCIA

O milho é uma das plantas cultivadas mais antigas, havendo registro de espiga de milho datada de 7.000 a.C (Campsilos, 2009). Cereal pertencente à família *Poaceae*, é classificado no gênero *Zea*, e cientificamente é designado pela espécie *Zea mays* (Da Silva, 2008).

Na safra 2010/2011, os principais produtores mundiais foram os Estados Unidos, com cerca de 39% de toda produção, em seguida a China, com 20%, a União Europeia, com 7% e na 4ª colocação o Brasil, com 6,5% da produção. A lista dos maiores consumidores segue esta mesma ordem (USDA, 2011). No comércio internacional o Brasil ainda ocupa posição de destaque entre os principais exportadores de milho.

No contexto brasileiro, a produção da 1º e 2º safras 2010/11 foi 3% maior que na safra 2009/10. O Paraná se apresenta como maior produtor (22,2%), seguido do Mato Grosso (13,9%) e Mato Grosso do Sul (11,1%) (Conab, 2011). No entanto, a produtividade média brasileira ainda é considerada baixa em relação a outros países produtores (Costa, 2010).

Grande parte da produção mundial de milho é destinada à alimentação animal (cerca de 70%), podendo este valor chegar a 85% em países desenvolvidos (Paes, 2006). Consolidado como o cereal mais comumente utilizado na alimentação de frangos de corte, o milho merece atenção especial durante todo o processo de fabricação de rações, que quando usadas intensivamente, representam cerca de 60 a 80% dos custos da produção animal (Bellaver et al., 2005). A tabela 1 mostra a

contribuição do milho em vários aspectos envolvidos na produção de rações para frangos de corte.

TABELA 1. CONTRIBUIÇÃO MÉDIA DO MILHO EM RAÇÕES PARA FRANGOS DE CORTE

Parâmetro	Contribuição do milho
Inclusão	60 a 70%
Custo	30 a 40%
Energia	60 a 70%
Proteína	20 a 30%

Adaptado de: Shiroma et al. (2010).

2.2. ESTRUTURA E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE GRÃOS DE MILHO

A composição química do milho é muito variável, influenciada por fatores relacionados à cadeia de produção e processamento, podendo haver alteração de seu perfil nutritivo também em função da origem (Mazzuco et al., 2002). O grão de milho é formado basicamente por quatro principais estruturas anatômicas: endosperma, germe (embrião), pericarpo (casca) e ponta, as quais diferem em composição química (tabela 2) e organização no grão.

TABELA 2. COMPOSIÇÃO QUÍMICA MÉDIA DO GRÃO DE MILHO (% NA MATÉRIA SECA)

Fração	Grão	Amido	Proteína	Lipídios	Açúcares	Cinzas
Grão inteiro		71,5	10,3	4,8	2,0	1,4
Endosperma	82,3	86,4	9,4	0,8	0,6	0,3
Germe	11,5	8,2	18,8	34,5	10,8	10,1
Pericarpo	5,3	7,3	3,7	1,0	0,3	0,8
Ponta	0,8	5,3	9,1	3,8	1,6	1,6

Adaptado de: Ferrarini, 2004.

Cultivando diversos híbridos de milho na mesma área e sob as mesmas condições para crescimento, Moore et al. (2008) relataram diferenças entre grãos por conta de variações genéticas entre os híbridos testados, sendo consistentes as características químicas e físicas entre amostras do mesmo híbrido. Verificando a variabilidade nutricional existente entre diferentes híbridos de milho, Mittelman et al., (2003) encontraram maior variação para teor de proteína bruta do que para óleo.

O grão de milho possui proteínas distribuídas no endosperma (cerca de 80%) e no embrião (cerca de 20%). A forma de proteína predominante no embrião é a de não-zeínas (60% de albumina), proteínas estruturais de alto valor biológico por possuírem melhor balanço de aminoácidos (Mittelmann, 2003); enquanto que no endosperma predominam as zeínas (60% de prolamina), proteínas de reserva de baixo valor biológico (Regina e Solferini, 2002) devido ao desequilíbrio de aminoácidos essenciais, particularmente de lisina e triptofano (Gibbson e Larkins, 2005).

O amido do milho contém dois tipos de estruturas: amilose e amilopectina. A amilose é uma cadeia linear de moléculas de glicose, e a amilopectina, uma cadeia ramificada de moléculas de glicose. A concentração de amilose no grão de milho varia de 14 a 34% e de amilopectina de 70 a 80% do amido (Kotarski et al., 1992). A proporção destas estruturas influencia a taxa de degradação e a digestibilidade do amido, sendo esta inversamente proporcional ao teor de amilose (Jobim et al., 2003). Analisando 59 amostras de milho, Cowieson (2004) encontrou valor médio de 0,31 de proporção amilose:amilopectina (variando de 0,21 a 0,44). O maior teor de amilopectina no milho pode resultar em energia metabolizável (EM) maior para frangos, por conta de sua estrutura ramificada (Batal e Parsons, 2004), o que facilita a hidrólise destes carboidratos.

A porção do embrião tende a ter maior teor de óleo (Mittelmann, 2003). O milho possui grandes variações de porcentagem de óleo, com valores de 1,2 até 21,3% de extrato etéreo no grão (Dudley e Lambert, 1992). Este fato foi observado por Dale e Jackson (1994) que verificaram grandes variações no conteúdo de óleo em híbridos de milho no Brasil e Estados Unidos. Quanto aos ácidos graxos no grão, sua proporção se encontra da seguinte forma: palmítico (12%), esteárico (2%), oléico (27%), linoléico (55%) e linolênico (0,8%) (Sartori, 2001).

Atualmente, há disponibilidade de grãos de distintas propriedades físicas e químicas, estas que determinam seu destino final: com maior teor de óleo e proteína, destinados especialmente à alimentação animal; alto teor de amilose, com características importantes para a indústria alimentícia e de papel; alto teor de amilopectina, para a indústria alimentícia e também na produção de adesivos; alto teor de ácido oleico para a produção de margarinas e óleos; ricos em amido de fácil extração, destinados à produção de álcool (Paes, 2006).

2.3. PARÂMETROS DE QUALIDADE NA CLASSIFICAÇÃO DO MILHO

O milho é classificado de acordo com parâmetros de qualidade influenciados por fatores relacionados às etapas da cadeia produtiva, ou seja, alterações durante seu desenvolvimento, maturação, colheita, transporte, secagem e armazenamento (Da Silva, 2008). A maior parte das agroindústrias classifica o milho na entrada das unidades de armazenamento e fábricas de rações, porém nem sempre os grãos recebidos estão no padrão ideal.

Para que o sistema de comercialização e informação do mercado de milho seja padronizado, os grãos no Brasil são classificados segundo a qualidade definida por meio de padrões pré-fixados. Para tal classificação, existem normas do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) regulamentados pela Portaria nº 845, de 8 de novembro de 1976 e Portaria nº 11, de 12 de abril de 1996, e, recentemente, entrando em vigência a Instrução Normativa nº 60, de 22 de dezembro de 2011. O objetivo é garantir a comercialização por preço justo, com um pagamento maior pelo produto de melhor qualidade, e penalizando o de qualidade inferior.

Segundo o regulamento técnico do milho, regido pela Instrução Normativa nº60, de 22 de Dezembro de 2011, o milho é classificado em três tipos segundo a sua qualidade: “Tipo 1”, com limite máximo de tolerância: 1,0% de matérias estranhas e impurezas, 2,0% de grãos carunchados, 1,0% de grãos avariados ardidos e 6,0% de avariados totais; “Tipo 2”, com limite máximo de tolerância: 1,5% de matérias estranhas e impurezas, 3,0% de grãos carunchados, 2,0% de grãos avariados ardidos e 10,0% de avariados totais; “Tipo 3”, com limite máximo de tolerância: 2,0% de matérias estranhas e impurezas, 4,0% de grãos carunchados, 3,0% de grãos avariados ardidos e 15,0% de avariados totais. Caso os limites de tolerância sejam excedidos e não atenda os parâmetros estabelecidos para o Tipo 3, o milho é considerado “fora de tipo” ou “desclassificado”. Já o milho que apresenta estado de conservação inadequado, odor estranho, aspecto de mofo generalizado e/ou grãos fermentados, sementes de outra origem ou que possam ser prejudiciais à utilização normal do produto (tóxicas) são, além de desclassificados, proibidos para comercialização. O percentual de umidade padronizado para comercialização do milho é de até 14,0% (MAPA, 2011).

Com a chegada dos grãos na fábrica de rações, a classificação deve ser feita antes do descarregamento da carga (Shiroma, et al. 2010). Várias companhias utilizam padrões particulares de avaliação e ajustes de classificação do milho (tabela 3).

Tabela 3. Padrões de classificação do milho aplicado por empresas que produzem rações para avicultura

Parâmetros	Tolerância Máxima
Umidade	14%
Impurezas	1%
Ardidos + brotados	6%
Quirera	2%
Carunchados	2%

Adaptado de: Menegazzo et al. (2002).

2.4. ETAPAS QUE INFLUENCIAM A QUALIDADE DO MILHO

Os processos pelos quais passam os grãos desde a lavoura, processamento e os métodos empregados em sua estocagem podem ocasionar vulnerabilidade dos grãos a alguns fatores que influenciam sua qualidade (Moore et al., 2008). As condições do campo, o tipo de híbrido, a umidade e a secagem abrasiva em alta temperatura são pontos-chave neste processo, facilitando infestações de insetos, contaminação por fungos e, conseqüentemente, produção de micotoxinas, podendo inclusive intensificar a respiração da massa de grãos quando estocada. Esses fatores, direta ou indiretamente, alteram as propriedades nutricionais ou prejudicam o eficiente aproveitamento do milho pelos animais, influenciando seu desempenho.

2.4.1. LAVOURA

A qualidade do milho é influenciada por fatores que se iniciam já no campo (Grigoletti, 2007). Muitas vezes o produtor, para não sofrer descontos na comercialização pelo excesso de umidade, prefere deixar o milho secando na lavoura (Santin et al., 2001). No contexto brasileiro isto ocorre muitas vezes por falta de estrutura de secagem, onde o milho seca naturalmente no campo até atingir 13,5 a 14% de umidade, predispondo os grãos à infestação por pragas (Santos, 2006).

Em contrapartida, há produtores que procuram colher os grãos com teores de água mais elevados porque existe uma relação entre as perdas na lavoura e o teor de água, na qual a “secagem na lavoura” acontece com grande perda de matéria seca. As perdas seriam menores à medida que os grãos permanecessem menos tempo na lavoura, sendo menos sujeitos ao ataque de insetos, e também de fungos de maior crescimento no campo (Weber, 2001).

2.4.2. SECAGEM E ARMAZENAMENTO

A prática de secagem dos grãos diminui artificialmente sua umidade até o alcance de um limite adequado, sem o comprometimento das suas propriedades naturais, desde que praticada adequadamente. É uma das mais importantes etapas pelas quais passam os grãos e que permite sua conservação com umidade abaixo de 12%, medida de controle contra o crescimento fúngico (Mazzuco et al., 2002). Isto porque com esta umidade as moléculas de água estão fortemente ligadas à massa de grãos (se trata de umidade intersticial), e nesta condição os fungos têm

maior dificuldade em se desenvolver, já que não rompem estas ligações com facilidade (Weber, 2001).

Durante o processo de secagem, a umidade é inicialmente extraída das camadas externas do grão, originando um gradiente de umidade do seu centro para a periferia. Quando este gradiente é demasiadamente grande, tensões internas causam o trincamento (stress cracking) dos grãos, favorecendo o ataque de insetos e fungos (Bragatto e Barrella, 2009). Por isso, para grãos com umidade inicial mais elevada a temperatura de secagem deve ser menor, com emprego de temperaturas maiores apenas em casos de grãos com menores teores de umidade (Weber, 2001).

Comumente utilizada, a etapa de armazenamento é bastante crítica, e tem como pressuposto básico a conservação das propriedades originais dos grãos. Grãos vêm naturalmente infestados do campo, e quando as condições de armazenamento são impróprias, ocorre intenso desenvolvimento fúngico (Krabbe, 1999). Em armazéns, a mistura de lotes de grãos infestados com outros não infestados prejudica a qualidade e o valor comercial de toda a produção se não realizada a secagem adequada, o monitoramento periódico da temperatura, do teor de umidade dos grãos e do ambiente durante o armazenamento (Santin et al., 2004).

Perdas qualitativas podem ocorrer no milho durante sua permanência no armazém, sendo estas intensificadas se as condições empregadas forem inadequadas. Seraphim (2006) observou incremento do índice de grãos de milho avariados entre o início e o final do armazenamento (12 meses), confirmando o efeito do tempo sobre a deterioração dos grãos. Faroni et al. (2005) e Lima et al. (2008) observaram diminuição de massa de grãos conforme se aumentou o tempo de armazenamento. O tempo de armazenamento pode ser prolongado quando as

condições de ambiente da lavoura foram adequadas, com as práticas de colheita, beneficiamento (limpeza, secagem dos grãos) e armazenamento adotados corretamente (Santos, 2006; Seraphim, 2006).

2.4.3. PROCESSO RESPIRATÓRIO

Os grãos de milho respiram mesmo depois de colhidos, pois são estruturas vivas, e por isso sua deterioração é um processo natural. A secagem abrasiva, a alta temperatura, a umidade do grão e o ambiente são pontos-chave neste processo, intensificando a respiração da massa estocada, facilitando infestações de insetos e a contaminação por fungos.

No processo da respiração há consumo da matéria seca (Lazzari, 1997), no qual o oxigênio é absorvido e os carboidratos se transformam em gás carbônico (CO_2), água e calor, conseqüentemente ocorrendo perda de peso dos grãos (Santos, 2006; D'arce, 2009). Parte significativa do CO_2 produzido neste processo é atribuída ao metabolismo de microrganismos presentes nos grãos (Puzzi, 1986).

Os fungos são os principais responsáveis pelo aumento do processo respiratório da massa de grãos úmidos, podendo chegar ao estágio em que os grãos deixam de ser organismos vivos e passam a ser substrato alimentício dos fungos, que continuam respirando e transformando a matéria seca em CO_2 , água e calor (Krabbe, 1995). A perda de peso decorrente da respiração dos grãos ao longo do tempo diz respeito à perda física ou quebra técnica de grãos armazenados, sendo que, segundo Seraphim (2006), no Brasil o índice de quebra gira por volta de 0,3% ao mês.

2.5. INSETOS

Junto dos fungos, insetos são as maiores causas de deterioração e perdas durante o armazenamento. São os principais agentes disseminadores dos esporos dos fungos, sendo seu combate fundamental para a eficácia de fungicidas. A infestação por insetos reduz inicialmente o teor de extrativo não nitrogenado dos grãos, por conta de sua preferência pelo endosperma rico em amido. Em sequência vem o ataque ao embrião, causando diminuição de proteína bruta e óleo (Souza, 1999).

Insetos danificam os grãos e expõem suas partes internas, facilitando o desenvolvimento fúngico. Sua infestação provoca danos ao tegumento deste cereal, produzindo gás carbônico (CO_2) e água (H_2O) decorrentes da respiração dos grãos, contribuindo para o aumento do teor de umidade, que, por sua vez, aumenta a respiração dos grãos e, conseqüentemente, a temperatura, facilitando a multiplicação dos fungos (Santos, 2006).

2.6. FUNGOS

Os mofos, bolores ou fungos são um grande grupo de microrganismos pertencentes ao Reino Fungi. Podem ser encontrados em qualquer lugar e crescendo em quase todos os tipos de substratos (Márcia e Lázzari, 1998; Grigoletti, 2007). A podridão de espigas e de grãos de milho, também conhecida como “grão ardido”, é causada por um complexo de fungos (Santin et al., 2004). A resistência

genética e as condições ambientais são os principais fatores relacionados com a ocorrência de grãos ardidos em milho (Costa et al., 2010).

O desenvolvimento fúngico é favorecido em condições de temperatura e umidade encontradas especialmente nas regiões tropicais e subtropicais (Pereira et al., 2008), necessitando de fonte de nutrientes, umidade acima de 12%, temperatura alta, oxigênio e tempo para seu desenvolvimento (Shiroma et al., 2010). Com perdas na qualidade e redução do peso de grãos, a incidência de fungos pode inutilizá-los para o consumo (Costa et al., 2010).

Quando se verifica atividade microbiológica intensa em grãos, deve-se considerar as perdas diretas pela diminuição do peso específico ou do valor nutricional que afetam o desempenho animal; e indiretas, pela perda de desempenho por conta da presença das micotoxinas; ou, ainda, ambas as perdas (Krabbe, 1995). O crescimento destes microrganismos e produção de micotoxinas pode ocorrer nas fases de desenvolvimento e processamento do cereal (Pereira et al., 2008).

Carboidratos simples como a D-glicose, e outros açúcares como a sacarose, maltose e fontes de carbono mais complexas como amido e celulose, também podem ser utilizadas pelos fungos. Sais de amônia ou nitratos, sais minerais como sulfatos e fosfatos também são necessários. Ferro, zinco, manganês, cobre, molibdênio e cálcio são exigidos em pequenas quantidades. Além disso, alguns fungos requerem vitaminas que não conseguem sintetizar, como tiamina, biotina, riboflavina e ácido pantotênico (Gompertz et al., 2004).

A integridade da massa de grãos é decisiva para a maior ou menor velocidade de desenvolvimento fúngico. Isso porque grãos quebrados e infestados por insetos são alvo fácil, aumentando a superfície de contato entre o substrato e os microrganismos (Christensen e Kaufmann, 1969).

2.6.1. PRINCIPAIS GRUPOS DE FUNGOS

Os fungos que se proliferam nos grãos são genericamente divididos em fungos de campo e fungos de armazenamento ou depósito (Rodríguez et al., 2004; Santos, 2006), sendo esta divisão baseada principalmente nos níveis de umidade dos grãos que propiciam seu desenvolvimento em plantas e em condições de armazéns ou silos. Portanto, não significa que, por exemplo, fungos de campo não se desenvolvem durante o armazenamento, já que a umidade pode permitir que isso ocorra (Krabbe, 1995). Podem também ser denominados como fungos de campo, intermediários e de armazenamento, onde a fase de invasão dos grãos é o principal fator considerado nesta classificação (Lazzari, 1997; Faroni et al., 2005).

Dentre os fungos de campo estão espécies que invadem os grãos antes da colheita e requerem ambientes com umidade relativa do ar entre 90 e 100%, e grãos com alta umidade (acima de 20%) para se multiplicarem (Puzzi, 1986). Em climas úmidos, o crescimento de fungos no grão de milho inicia-se geralmente na sua etapa de amadurecimento (Rodríguez et al., 2004). Os gêneros mais comuns são *Alternaria*, *Cladosporium*, *Fusarium* e *Helminthosporium*, e normalmente não se desenvolvem durante o armazenamento, a não ser em casos onde o milho é armazenado com alto teor de umidade (Lazzari, 1997).

Em levantamento realizado em diferentes regiões e zonas macro-climáticas do país, Ramos et al. (2010) verificaram a incidência dos principais fungos presentes em grãos e sementes de milho cultivadas nas safras verão e safrinha e concluíram que a incidência fúngica parece ser padrão para o milho brasileiro, sendo *Fusarium* spp. e *Penicillium* sp., os mais frequentes.

As espécies de fungos do gênero *Fusarium spp.* apresentam ampla distribuição geográfica e elevada ocorrência, sendo considerados os principais patógenos causadores de grãos ardidos em milho nos locais avaliados. O processo de contaminação e colonização por *Fusarium* normalmente é facilitado pelo ataque de insetos e aves, sendo a ponta da espiga o ponto mais afetado (Tuite, 1994). Em experimento com umidade inicial de grãos de 13%, Santin et al. (2001) revela que quanto mais se retarda a colheita do milho e se reduz o grau de umidade dos grãos, mais se diminui a presença de *Fusarium moniliforme* e se incrementa a incidência dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium*.

Buscando a categoria de fungos intermediários, Lazzari (1997) relata que há fungos que requerem teor de umidade relativa do ar entre 85 e 90% para crescer. Neste grupo enquadram-se algumas espécies de *Penicillium*, *Fusarium* e certos levedos. Estes fungos invadem os grãos antes da colheita e continuam a crescer e causar danos durante o armazenamento em caso de grãos com teores de umidade entre 20 e 25% (resultado de secagem mal conduzida ou inexistente). McMahon et al. (1975) constataram que a quantidade de *Penicillium* foi significativamente alta em milho úmido (21,7 e 24,3% de umidade), mesmo em condições de pouco oxigênio e CO₂ elevado.

De modo geral, fungos de armazenamento contaminam os grãos após a colheita e necessitam de umidade relativa do ar entre 65 e 70% (Krabbe, 1995), de menor umidade nos grãos (entre 13 e 13,5%) e de temperaturas mais elevadas (cerca de 25°C) para se desenvolver. Algumas espécies dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium* se proliferam com mais frequência em grãos armazenados (Puzzi, 1986) sendo constituintes habituais da película de grãos e sementes (Lazzari, 1997). Faroni et al. (2005) verificou colonização por *Penicillium* em milho armazenado por 180 dias e

com 17% de umidade, sendo que quando o teor de água chegou a 22%, o gênero que prevaleceu foi o *Fusarium*.

2.6.2. CONTROLE FÚNGICO

Existe a possibilidade de se selecionar híbridos resistentes ao crescimento fúngico (Mallmann, 2009). Cultivares com bom empalhamento e com boa cobertura da ponta da espiga no campo evitam danos causados por insetos e fungos que propiciam a ocorrência de grãos ardidos (Santos, 2006). A antecipação da colheita reduz a ocorrência da infestação dos grãos por fungos, e, conseqüentemente, a produção de micotoxinas (Lazzari, 1997), pois a colheita tardia favorece a ocorrência de grãos ardidos.

Estudando diferentes híbridos de milho em quatro diferentes localidades, Buiate et al. (2006), observaram que a porcentagem de grãos ardidos variou de acordo com a variedade do milho e a região em questão, sendo que o híbrido que apresentou menor incidência deste tipo de grão foi o super precoce, pois permanece menos tempo na lavoura. De acordo com os autores, este híbrido pode ser utilizado como fonte de resistência a fungos causadores de grãos ardidos em futuros trabalhos de melhoramento.

Frequentemente os grãos de milho são colhidos bastante úmidos, sendo necessária sua secagem até atingir o teor de umidade adequado para tornar seu armazenamento mais seguro (Santin et al., 2001). A conservação com umidade abaixo de 12% é uma medida de controle do crescimento fúngico, prática considerada simples de ser aplicada na conservação de cereais.

Com experimentos para comprovar a resistência de algumas variedades de milho ao ataque fúngico, Zeringue et al. (1996) e Wright et al. (2000) avaliaram níveis de ácidos graxos e presença da enzima lipoxigenase nos grãos. Quando presente, esta enzima oxida principalmente o ácido linoléico e como resultado haverá a produção de aldeídos voláteis (estes aldeídos são tóxicos para os fungos). Genótipos de milho com alto teor de ácido linoléico e presença da lipoxigenase indicaram maior capacidade de resistência ao ataque fúngico, com redução na ocorrência de grãos ardidos.

Alternativa também para controle fúngico é o híbrido geneticamente modificado - milho Bt - que possui um tipo de “proteína inseticida” chamada de “Cry” (Lima e Regina, 2006). Wu (2007) relata que esta proteína é tóxica para insetos, reduzindo os danos causados por suas larvas. A proteção conferida pela proteína expressa no milho Bt é um importante fator que evita a propagação fúngica, proporcionando quase extinção de danos por insetos e contaminação dos grãos por fungos toxigênicos potencialmente diminuída juntamente com a redução dos níveis de toxinas. No entanto, há poucos estudos sobre o papel do milho Bt no controle das micotoxinas em condições pós-colheita, pois, durante o processamento do milho, muitos fatores como umidade, temperatura, colheita, debulha, velocidade e métodos de secagem podem influenciar a presença ou ausência de fungos.

A aplicação de ácidos orgânicos também mostra ação no controle fúngico. Grigoletti (2007) constatou que a associação de ácidos orgânicos foi eficiente em diminuir o número total de colônias fúngicas encontradas em grãos de milho armazenados por dois, quatro e seis meses. Krabbe (1995) verificou eficiência no controle fúngico com aplicação de ácido propiônico no início do armazenamento mesmo em grãos úmidos (18%), evitando perda de matéria seca.

Manter o teor de umidade, temperatura e taxas de oxigênio a níveis desfavoráveis para o desenvolvimento fúngico são métodos de controle, sendo importantes o controle de impurezas e aeração da massa de grãos armazenados, mantendo a uniformidade de temperatura e umidade (Puzzi, 1986; Santos, 2006). Ainda segundo Santos (2006), a maioria dos fungos reduz sua atividade biológica aos 15°C. Tuite (1994) enfatiza que todo o desenvolvimento fúngico pode ser evitado com ao menos um dos itens: umidade relativa do ar inferior a 70%, temperatura abaixo de - 4°C (20°F) e concentração de oxigênio inferior a 0,5%.

As medidas tomadas quanto ao manejo de grãos ardidos são ao emprego de cultivares com maior nível de resistência aos principais patógenos que atacam as espigas, evitar plantios sucessivos de milho, utilizar sementes sadias e densidade de plantio adequada, dar preferência a cultivares com espigas decumbentes e evitar atraso na colheita (Costa et al., 2010).

Práticas que promovem a saúde de grãos podem reduzir, mas não eliminar os danos causados por fungos. A otimização dessas práticas administradas nem sempre são possíveis por razões de custo, localização geográfica, condições naturais (clima) e sistema de produção (Cleveland et al., 2003).

2.7. MICOTOXINAS

Micotoxinas são metabólitos fúngicos capazes de causar efeitos tóxicos agudos ou crônicos, podendo levar o animal à morte (Buiate et al., 2006). Níveis elevados de micotoxinas não representam necessariamente alta atividade microbiológica, pois estas são produzidas por fungos toxigênicos em situações em que as condições ambientais não são favoráveis ao seu desenvolvimento (Krabbe, 1995), podendo

estar presentes nos alimentos mesmo após o desaparecimento dos fungos (Butolo, 2002).

A formação de micotoxinas depende de fatores como umidade, temperatura, oxigênio, substrato, integridade dos cereais, quantidade de fungos, tempo para desenvolvimento e interação entre fungos (Pereira et al., 2008). Micotoxinas podem funcionar como sinais químicos entre fungos, com função na predominância de espécies, com manutenção daquelas melhor adaptadas ao meio, mais competitivas e resistentes às variações climáticas (Santin, 2009).

Até hoje foram descritos mais de 300 diferentes tipos de toxinas produzidos por distintas espécies fúngicas. Sua presença é considerada uma grande ameaça à cadeia de produção de alimentos, sendo atualmente utilizada como critério de restrição à exportação, bem como na comercialização pelas grandes empresas do setor (Lima e Regina, 2006).

Em regiões tropicais e subtropicais, as aflatoxinas são as mais importantes, sendo produzidas pelos fungos *Aspergillus flavus* e *Aspergillus parasiticus*. Em regiões de temperatura mais amena, as micotoxinas mais comuns em milho são zearalenona, ocratoxina A, toxina T-2 e a fumonisina (Rodríguez et al., 2004).

Aflatoxinas são altamente tóxicas (Mallmann et al., 2007), conhecidas por serem compostos mutagênicos e carcinogênicos (Amaral e Junior, 2006), geram má absorção de alimento, manifestada pela presença de partículas de ração mal digeridas nas excretas (Mallmann et al. (2007), inibem o crescimento e mecanismos de resistência, geram sensibilidade a lesões no abate, bem como diminuição da produção ou ovos com casca fina (Lazzari, 1997).

Surtos de aflatoxicose em aves causam o aumento da excreção de lipídios, acompanhada por uma diminuição nas atividades de lipase pancreática e dos sais

biliares. Isto causa redução na concentração plasmática de gorduras, levando aves à esteatose hepática (fígado gorduroso). Observa-se também palidez das mucosas e pernas em frangos e poedeiras, sugerindo ser resultado da menor absorção, diminuição no transporte e deposição tecidual dos carotenóides da dieta, sendo a aflatoxicose identificada como “síndrome da ave pálida” (Mallmann et al., 2007). Metabólitos de aflatoxinas podem afetar o DNA de células animais, alterando suas organelas, afetando a síntese protéica da membrana, interferindo na multiplicação celular e promovendo até a morte de células envolvidas na absorção de nutrientes (Jost, 1996).

Além de produzirem as aflatoxinas, algumas cepas de *Aspergillus flavus* também produzem o Ácido Ciclopiazônico (CPA), que apresenta como lesão mais marcante a presença de erosões na moela (Mallmann et al., 2007). Apesar de não afetar o desempenho de aves em contaminações naturais, as autoridades sanitárias de alguns países importadores de carne de frango se mantêm em alerta quanto aos resíduos de zearalenona na carne dessas aves. Esta micotoxina, em determinadas concentrações, pode induzir a um efeito anabolizante em humanos e outros mamíferos (Santurio, 2000).

As principais micotoxinas do grupo dos tricotecenos são a Toxina T-2, Deoxinivalenol (DON ou Vomitoxina) e Diacetoxiscirpenol (DAS), produzidas por fungos de diversos gêneros, principalmente *Fusarium* (Mallmann et al., 2007). Idade e tempo de exposição determinam o nível de toxicidade dessas substâncias. Em frangos, intoxicações crônicas envolvendo toxina T-2 ou DAS induzem redução no consumo de ração e ganho de peso, lesões orais, necrose dos tecidos linfóide e mucosa oral com eventuais distúrbios nervosos (posição anormal das asas, diminuição de reflexos), empenamento anormal e diminuição na espessura da casca

dos ovos. Além disso, a toxina T-2 é altamente tóxica para macrófagos de frangos, inibindo sua capacidade fagocitária (Mallmann et al., 2007). Quando ingerida em doses elevadas a DON causa náuseas, vômitos e diarreia (Freire et al., 2007).

A ocratoxina A (AO) é sintetizada por diversas espécies de fungos dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium*. Santin et al. (2001) verificaram em frangos de corte de 1 a 21 dias de idade alimentados com ração contendo 2 ppm de ocratoxina na dieta, redução significativa no consumo de ração, ganho de peso e piora na conversão alimentar quando comparadas às aves que não foram expostas à toxina.

Devido à predominância de clima tropical e subtropical no Brasil, há uma grande incidência de fumonisinas nos alimentos. Nos últimos dois anos, observou-se aumento de incidência de milho contaminado por fumonisina, principalmente durante a colheita do milho safrinha, ocorrida no inverno (Shiroma et al., 2010).

A ação das micotoxinas afeta a morfometria da mucosa intestinal. Em ocasiões em que a mucosa sofre algum tipo de agressão, ocorre aumento do número de células caliciformes, acelerando sua atividade secretória (Maiorka, 2004). A altura dos vilos é modificada quando a renovação celular é comprometida (Yamauchi e Ishiki (1991). No entanto, Santin et al. (2001) não observaram interferência na altura de vilo, profundidade de cripta e relação vilo:cripta no intestino de aves ingerindo ração contaminada com micotoxina.

As respostas tóxicas e os sinais clínicos observados quando mais de um tipo de micotoxina está presente na ração são complexos e diferentes. A combinação dos efeitos negativos das micotoxinas sobre a produtividade e a saúde dos animais parece ser maior do que a somatória de seus efeitos individuais, sendo este o chamado “sinergismo” entre micotoxinas. Como exemplo, pode-se citar as toxinas produzidas pelo gênero *Fusarium*, que são variadas (tricotecenos, fumonisinas,

zearalenona, moniliformina e o ácido fusárico) e que dificilmente aparecem isoladas (Santin et al., 2000). Assim, mesmo níveis mínimos de micotoxinas podem causar danos aos órgãos dos animais, pois o sinergismo entre elas aumenta sua capacidade de ação (Brito, 2010). Stringhini et al. (2000) observaram alterações hepáticas e no aparelho locomotor de frangos de corte alimentados com rações fabricadas com até 40% de grãos de milho fungados, e de acordo com os autores, este resultado deve-se à presença de micotoxinas.

2.8. DENSIDADE DOS GRÃOS DE MILHO

Além da classificação física, a densidade (peso específico aparente ou peso hectolitro) é outro parâmetro importante para se considerar no recebimento de grãos (Shiroma, et al. 2010). Comumente utilizada pela agroindústria, a determinação da densidade é um dos critérios de avaliação da qualidade do produto, auxiliando o estabelecimento de preços de mercado.

A densidade corresponde ao peso da massa de grãos contida em um determinado volume, apresentado em quilos por metro cúbico (kg/m^3) (Krabbe, 1995), gramas por litro (g/L) ou quilograma por hectolitro (kg/hL). Determinada em balança específica, a densidade correlaciona a quantidade de avarias e o peso da massa de grãos. Percentuais de grãos ardidos, quebrados, chochos, impurezas/fragmentos e material estranho aumentam à medida que a densidade dos grãos diminuiu (Silva et al., 2008).

Vários fatores podem interferir na densidade dos grãos de milho, desde fatores associados à lavoura, como época de plantio, incidência de luz solar ou

sombreamento excessivo, temperatura, densidade de plantio, época de colheita (Mazzuco et al., 2002), transporte, secagem e armazenamento (Mallmann et al., 2007), além de tipo de híbrido e maturação fisiológica. Uma das formas de se avaliar a perda de peso ao longo do tempo de armazenamento é determinando a densidade (Krabbe, 1995). Dale (1994a) avaliou o conteúdo de proteína bruta e EM de 26 amostras de milho com densidades distintas e obteve um mínimo de 541 kg/m³ e máximo de 773 kg/m³.

Frangos alimentados com ração com milho de baixa densidade e presença de aflatoxinas têm pior desempenho quando comparado aos efeitos isolados da micotoxina e da qualidade do milho (Pereira et al., 2008). Grãos de milho de menor densidade apresentaram maiores níveis de micotoxinas e menores níveis de energia (Silva et al., 2008), conforme exposto na tabela 4.

TABELA 4. RELAÇÃO ENTRE DENSIDADE (KG/M³), MICOTOXINAS (PPB) E ENERGIA BRUTA (KCAL/KG COM BASE NA MATÉRIA SECA) DE GRÃOS DE MILHO

	Densidade < 650	Densidade > 650
Aflatoxinas	41,1	5,5
Zearalenona	480,5	75,5
Fumonisina	6181	797
Energia bruta	3826	3956

Adaptado de Pereira et al. (2008).

Para Shiroma et al. (2010) não há dúvidas de que o milho de melhor qualidade possui maior densidade. A classificação do milho conforme a densidade por meio de mesa densimétrica é uma importante ferramenta. Separando o milho de baixa densidade é possível minimizar o risco de fornecimento de micotoxinas, além de dispor de níveis de energia mais elevados no milho de alta densidade. É possível direcionar os grãos menos densos para as espécies animais mais resistentes, e para as fases produtivas e categorias nas quais os efeitos das micotoxinas e da menor qualidade nutricional serão menos acentuados (Pereira et al., 2008).

A medida da densidade é um bom indicativo para avaliar a perda de EM e de digestibilidade dos nutrientes do milho (Shiroma et al., 2010). Utilizando grãos com diferentes densidades (805, 737 e 593 g/L), Silva et al. (2008) comprovaram que valores de EMA e EMAn diminuem à medida que a densidade do milho reduz, refletindo sua pior qualidade. Porém, Baidoo et al. (1991) relatam que grandes reduções na densidade dos grãos resultam em pequenas reduções em seus valores de EM.

Figueiredo et al. (2009) empregaram diferentes frações resultantes da classificação física do milho (bom, chocho, carunchado, ardido, e milho controle, este último com um pouco de cada fração) na alimentação de frangos na fase de crescimento. Os autores verificaram que a densidade apresentou diferença entre os tratamentos, ficando evidente a influência desta variável sobre a EMAn e os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes.

O milho armazenado por 60 dias com umidade de 18%, aliada à temperatura de 25 a 30 °C é o substrato ideal para o desenvolvimento fúngico, com perda de até 15,5% da densidade dos grãos (Jost, 1996). Krabbe (1995) verificou em 62 dias de armazenamento que, com alta umidade dos grãos, alta umidade relativa do ar e alta temperatura os fungos reduzem a densidade dos grãos.

2.9. EQUAÇÕES DE PREDIÇÃO

Torna-se inviável e cara a frequente realização de análises e experimentos que forneçam valores nutricionais e digestibilidades com precisão. Equações de predição possibilitam, de forma rápida e econômica, a estimativa destes valores em função de variações na composição química ou física de grãos. Estimadas as perdas, é

possível reformular rações garantindo de maneira precisa uma nutrição balanceada (Hannas e Pupa, 2003). Porém, o erro associado a cada equação pode comprometer a exatidão do seu valor nutricional (Silva et al., 2008).

Por meio de análises químicas proximais, Barbarino Junior (2001) apresentou equações que permitem estimar a EM do milho e por análises físicas estimar a perda de EM, permitindo correções nas formulações de rações. Equações com combinação dos nutrientes: extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e extrativos não nitrogenados (ENN) são úteis na predição da energia metabolizável verdadeira (EMv) (Sibbald e Wolynetz., 1985). O NRC (1994) apresenta equações para predizer a EMAn do milho com as variáveis PB, EE e ENN. Rodrigues et al. (2001) determinaram equações ajustadas considerando fibra em detergente neutro (FDN) ou FB e MM, podendo ser utilizadas para predizer os valores energéticos do milho e também de seus co-produtos.

Considerando perdas nutricionais no milho de acordo com frações de classificação e tipo, Rostagno et al. (2005) também divulgaram equações de predição. Dale (1994b) observou que grãos quebrados (de menor densidade) apresentaram 90 kcal/kg de EM a menos em relação a grãos inteiros. Rodrigues (2009) desenvolveu equações que predizem a EM do milho baseado em sua classificação física, e a partir dos resultados notou a necessidade de se realizar correções nutricionais dos tipos de milho de acordo com a qualidade avaliada pela classificação de grãos; no qual a maior digestibilidade da energia bruta (EB) ocorreu para o milho de boa qualidade. Baidoo et al. (1991) investigaram a relação entre densidades obtidas de diferentes lotes de milho e a EMV para aves, encontrando correlações lineares e significativas; e desenvolveram uma equação de predição estimando a EMV de acordo com a densidade do milho.

2.10. UMIDADE E ATIVIDADE DE ÁGUA

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) dispõe da Instrução Normativa N° 15, de 26 de maio de 2009 e Instrução Normativa N° 22, de 02 de junho de 2009, que regulamentam a obrigatoriedade das informações das garantias nos registros de rações animais. Dentre os níveis de garantia exigidos, a umidade aparece como fator diretamente relacionado ao período de validade do produto. A presença da água no alimento pode ser medida de diferentes formas, mas nem todos os métodos indicam a disponibilidade da água para os microrganismos, uma vez que nem toda a água está igualmente disponível (Brooker et al., 1992).

Na forma ligada, a água pode apresentar-se intimamente fixada às moléculas constituintes do produto e com mobilidade restrita, não podendo ser removida ou utilizada para qualquer tipo de reação. O metabolismo dos microrganismos é reduzido, não havendo desenvolvimento ou reprodução dos mesmos. Na forma livre, a água se encontra disponível para reações físicas, químicas e enzimáticas, além de permitir desenvolvimento microbiológico (Uboldi Eiroa, 1981). Portanto, o que determina a decomposição do alimento é a atividade de água (Aa) (Marcinkowski, 2006), pois sua redução altera as taxas de atividade microbiológica (Azeredo, 2004) e as reações de degradação do alimento.

As condições favoráveis à multiplicação de fungos são alcançadas quando a Aa é maior que 0,750, a temperatura ultrapassa 20°C e a umidade do substrato é 14% ou mais (Santurio, 2003). Portanto, substratos com Aa inferior a 0,600 estariam seguros contra o desenvolvimento fúngico, já que neste caso, estes microrganismos têm seu metabolismo e reprodução diminuídos (BrasEq, 2010).

Se inicialmente houver grãos com teórica homogeneidade de umidade, isto não se manterá ao longo do tempo (Brooker et al., 1992). Os grãos possuem a característica de ser higroscópicos, e entre eles e o ar há intercâmbios de água. Assim, sobre a superfície desses grãos são formados microclimas influenciados principalmente pelo seu teor de umidade, o que pode favorecer ou não o desenvolvimento de microrganismos (Santin et al., 2001).

2.11. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A qualidade das matérias-primas afeta diretamente as características nutricionais da ração produzida e a saúde animal. Perdas bromatológicas em grãos de milho e contaminação por micotoxinas decorrentes da proliferação fúngica são bastante comuns e rotineiras, por isso é necessário o monitoramento desde a recepção da matéria-prima, até o alimento acabado.

A principal matéria-prima em rações animais, ainda nos dias de hoje com sua importância reconhecida, ainda não recebe toda a atenção que deveria. É possível minimizar a perda de qualidade do milho, sendo que vários pontos podem ser trabalhados, como o controle e monitoramento da qualidade no recebimento de grãos por meio de treinamento e preparo do pessoal, qualificando funcionários para distinguir grãos de diferentes qualidades e chamando a atenção para a importância desta etapa, adequação do processamento dos grãos, características de armazenagem e acompanhamento desta etapa no decorrer do tempo, etc.

Muitas pessoas sabem identificar os sintomas de uma micotoxicose causada por grãos de má qualidade, ou de uma deficiência nutricional decorrente do uso de

ingredientes com suas propriedades bromatológicas alteradas. Mas nem todos investem na qualidade, na prevenção de problemas. Este é o ponto chave.

2.12. REFERÊNCIAS

AGROLINK, Informações agropecuárias: estatística do milho, 2011. Disponível em: <<http://www.agrolink.com.br>>. Acesso em: 06/11/2011.

AMARAL, K.A.S.; JUNIOR, M.M. Métodos analíticos para a determinação de aflatoxinas em milho e seus derivados: uma revisão. **Revista Analytica**, n. 24, p. 60-62, 2006.

AZEREDO, H., M., C. **Fundamentos de estabilidade de alimentos**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2004.

BAIDOO, S.K.; SHIRES, A.; ROBBLEE, A.R. Effect of kernel density on the apparent and true metabolizable energy value of corn for chickens. **Poultry Science**, v. 70, n. 10, p. 2102-2107, 1991.

BARBARINO JUNIOR, P. **Avaliação da qualidade nutricional do milho pela utilização de técnicas de análise uni e multivariadas**. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa - MG, 2001.

BATAL, A.B.; PARSONS, C.M. Utilization of various carbohydrate sources as affected by age in the chick. **Poultry Science**, v. 83, p. 1140-1147, 2004.

BELLAVER, C.; LUDKE, J.V.; LIMA, G.J.M.M. Qualidade e padrões de ingredientes para rações. In: Global Feed & Food Congress, 2005, São Paulo. **Anais ...** São Paulo: FAO/IFIF/SINDIRAÇÕES, 2005.

BRAGATTO, S. A.; BARELLA, W. D. Otimização do Sistema de Armazenagem de Grãos: Um estudo de caso. Disponível em: <www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2001_TR21_0163.pdf> Acesso em: 14/09/2009.

BRASEQ, Boletim informativo técnico BrasEq - Brasileira de Equipamentos Ltda. Entendendo a atividade de água (Aa) e sua importância para a qualidade de alimentos e outros produtos em geral. Disponível em: <<http://www.braseq.com.br/pdf/decagon.pdf>> Acesso em: 22/10/2010.

BRITO, C.B.M.; FÉLIX, A.P.; JESUS, R.M.; FRANÇA, M.I.; OLIVEIRA, S.G.; KRABBE, E.L.; MAIORKA, A. Digestibility and palatability of dog foods containing different moisture levels, and the inclusion of a mould inhibitor. **Animal Feed Science and Technology**, v. 159, n. 3, p. 150-155, 2010.

BROOKER, D.B., BAKKER-ARKEMA, F.W.; HALL, C.W. Grain equilibrium moisture content. In: BROOKER, D.B., BAKKER-ARKEMA, F.W.; HALL, C.W. **Drying and storage of grains and oilseeds**, New York: Van Nostrand Reinhold Company, 1992, p.67-86

BUIATE, E.A. S; BRITO, C.H; BATISTELLA, R.A.; BRANDÃO, A M. Reação de híbridos de milho e levantamento dos principais fungos associados ao complexo de patógenos causadores de grão ardido em Minas Gerais. **Horizonte científico**, Belo Horizonte, v. 1, p. 1-14, 2006.

BUTOLO, J. E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal**. Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 430p., 2002.

CAMPSILOS. Disponível em: <<http://www.campsilos.org/mod3/students/index.shtml>> Acesso em: 12/12/2011.

CHRISTENSEN, C.M.; KAUFMANN, H.H. **Grain storage - The role of fungi in quality loss**. Minnesota Archive Editions, 1969.

CLEVELAND, T.E.; DOWD, P.F.; DESJARDINS, A.E.; BHATNAGAR, D. COTTY, P.J. United States Department of Agriculture – Agricultural research on pre-harvest prevention of mycotoxins and mycotoxigenic fungi in U.S. crops. **Pest Management Science**. v. 59, N. 6-7, p. 629-642, 2003.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conabweb/index.php>>. Acesso em: 06/11/2011.

COSTA, R. V.; COTA, L.V.; ROCHA, L.M.P.; NOLASCO, A.A.R.; SILVA, D.D.; PARREIRA, D.F.; FERREIRA, P. Recomendação de Cultivares de Milho para a Resistência a Grãos Ardidos. In: **Embrapa CNPSA**, Circular técnica nº 154, Sete Lagoas – MG, 2010.

COWIESON, A. J. Factors that affect the nutritional value of maize for broilers. **Animal Feed Science and Technology**, v. 119, p. 293-305, 2004.

DA SILVA, MARCELO; GARCIA, G.T. ; VIZONI, E. ; KAWAMURA, O. ; HIROOKA, E.Y.; ONO, E.Y.S. Effect of the time interval from harvesting to the pre-drying step on natural fumonisin contamination in freshly harvested corn from the State of Parana, Brazil. **Food Additives and Contaminants**, v. 25, n. 1, p. 642-649, 2008.

D'ARCE, M. A. B. R. Pós-colheita e armazenamento de grãos. Disponível em: <www.esalq.usp.br/departamentos/lan/.../Armazenamentodegraos.pdf>. Acesso em: 10/09/2009.

DALE, N. Relationship Between Bushel Weight, Metabolizable Energy, and Protein Content of Corn from an Adverse Growing Season. **Journal Applied Poultry Research**, v. 3, p. 83-86, 1994.

DALE, N. Efeitos da qualidade no valor nutritivo do milho. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1994, Santos. **Anais ...** Campinas-SP: FACTA, 1994b. p. 67-72.

DALE, N.; JACKSON, D. True metabolizable energy of corn fractions. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 3, p. 179-183, 1994.

DUDLEY, J.W.; LAMBERT, R.J. Ninety generations of selection for oil and protein in maize. **Maydica**, v. 37, p. 81-87, 1992.

FARONI, L.R.D.; BARBOSA, G.N.O.; SARTORI, M.A.; CARDOSO, F.S.; ALENCAR, E.R. Avaliação qualitativa e quantitativa do milho em diferentes condições de armazenamento. **Revista Engenharia na Agricultura**, v. 13, n. 3, p. 193-201, 2005.

FERRARINI, H. **Determinação de teores nutricionais do milho por espectroscopia no infravermelho e calibração multivariada**. 125 p. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba - PR, 2004.

FIGUEIREDO, A.N.R ODRIGUES, S.; SHIROMA, N.N.; STECKELBERG, A.; VALERI, P.B.; PENZ JUNIOR, A.M. Relação entre densidade e a energia metabolizável aparente (EMAn) das diferentes frações do milho nas dietas para frangos de corte. **Ergomix**, 2009. Disponível em: <<http://pt.engormix.com/MA-avicultura/nutricao/artigos.htm>> Acesso em: 03/09/2011.

FREIRE, F.C.O.; VIEIRA, I.G.P.; GUEDES, M.I.F.; MENDES, F.N.P. Micotoxinas: Importância na Alimentação e na Saúde Humana e Animal. In: **Embrapa CNPSA**, Circular Técnica nº 110, Fortaleza - CE, 2007.

GIBBON, B.; LARKINS, B.A. Molecular genetic approaches to developing quality protein maize. **Trends in Genetics**, London, v. 21, n. 4, p. 227-233, 2005.

GODOI, M.J.S.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; GOMES, P.C.; BARRETO, S.L.T.; JUNIOR, J.G.V. Utilização de aditivos em rações formuladas com milho normal e de baixa qualidade para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 6, p. 1005-1011, 2008.

GOMPERTZ, O.F.; RIVERA, I.N.G; GAMBALE, W. ; PAULA, C.R.; CORRÊA, B. Características Gerais das Micoses. IN: Trabulsi, L.R; ALTERTHUM, F. **Microbiologia**. 4. ed. Atheneu: São Paulo, 2004. Cap. 65, p. 451-459.

GRIGOLETTI, C. Associação de ácidos orgânicos no controle de grãos de milho armazenados. **A Hora Veterinária**, v. 180, p. 30-34, 2007.

HANNAS, M.I.; PUPA, J. M. R. Importância da utilização de equações de predição para estimar a energia metabolizável do milho e perdas de energia metabolizável para formulação de rações mais precisas, 2003. Disponível em: <<http://www.allnutri.com.br/informativoP/informativo1.d.PDF>> Acesso em: 02/04/2011.

JOBIM, C. C.; BRANCO, A.F.; SANTOS, G.T. Silagem de grãos úmidos na Alimentação de bovinos leiteiros. In: V SIMPÓSIO GOIANO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE BOVINOS DE CORTE E LEITE, 5., 2003, Goiânia. **Anais ...** Goiânia: CNBA, 2003. p.357-376.

JOST, H. C. **Efeito de dietas à base de milho com desenvolvimento fúngico, com ou se inclusão de óleo de milho, sobre o desempenho de poedeiras leves.**

98p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 1996.

KAZINCZI, D. L. **Influência da secagem em camada estacionária delgada do milho (*Zea mays*) na qualidade do grão e viscosidade do amido extraído.** 114p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

KOTARSKI, S.F., WANISHA, R.D., THUR, K.K. Starch hydrolysis by ruminal microflora. **Journal of Nutrition**, v. 122, p. 178-190, 1992.

KRABBE, E. L. **Efeito do desenvolvimento fúngico em grãos de milho durante o armazenamento e do uso de ácido propiônico sobre as características nutricionais e o desempenho de frangos de corte.** 176p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre – RS, 1995.

KRABBE, E. L. **Monitoramento e controle de fungos e micotoxinas em matérias-primas para rações.** Trabalho apresentado no SEMINÁRIO VACCINAR DE PRODUÇÃO DE RAÇÕES COMERCIAIS, Caldas Novas – GO, 1999.

LAZZARI, F. A. **Umidade, fungos e micotoxinas na qualidade de sementes, grãos e rações.** 2.ed., Curitiba, 1997.

LIMA, G. J. M. M. Qualidade nutricional do milho: situação atual e perspectivas. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS, 2000, Campinas. **Anais ...** Campinas: CBNA, 2000. p. 153-174.

LIMA, G.J.M.M.; REGINA, R. Há justificativa para monitorar a qualidade do milho? **PorkWorld**, v. 40, p. 68-74, 2006.

LIMA, I.F.; ALVES, A.F.; RAMOS, Z.N.S.; ANDRADE, L.F.; APOLINÁRIO, J.R.; SILVA, J.H.V. Avaliação físico-química de grãos de milho e farelo de soja em diferentes tempos de armazenamento. In: JORNADA NACIONAL DA AGROINDÚSTRIA, 3, 2008, Bananeiras. **Anais ...** Bananeiras: UFPB, 2008.

MAIORKA, A. Impacto da saúde intestinal na produtividade avícola. In: V SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA, 2004, Chapecó. **Anais ...** Chapecó, 2004, p.119-129.

MALLMANN, C. A. Micotoxinas e micotoxicoses em aves. Disponível em: <www.lamic.ufsm.br> Acesso em: 27/08/2009.

MALLMANN, C.A.; DILKIN, P.; GIACOMINI, L.Z.; RAUBER, R.H.; PEREIRA, C.E. Micotoxinas em Ingredientes para Alimento Balanceado de Aves. In: XX CONGRESSO LATINOAMERICANO DE AVICULTURA, 2007, Porto Alegre. **Anais ...** Porto Alegre, 2007. p. 191-204.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2009. Instrução Normativa nº 15, de 26 de maio de 2009. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis>>. Acesso em: 24/09/2011.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2009. Instrução Normativa nº 22, de 02 de junho de 2009. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis>>. Acesso em: 24/09/2011.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 60, de 22 de Dezembro de 2011. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis>>. Acesso em: 24/12/2011.

MÁRCIA, B. A. ; LAZZARI, F. A. Monitoramento de fungos em milho em grão, grits e fubá. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, v. 18, n. 4, p. 363-367, 1998.

MARCINKOWSKI, E. A. **Estudo da cinética de secagem, curvas de sorção e predição de propriedades termodinâmicas da proteína texturizada de soja**. 128p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2006.

MAZZUCO, H.; LORINI, I.; BRUM, P.A.R.; ZANOTTO, D.L.; JUNIOR, W.B.; AVILA, V.S. Composição Química e Energética do Milho com Diversos Níveis de Umidade na Colheita e Diferentes Temperaturas de Secagem para Frangos de Corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 6, p. 2216-2220, 2002.

McMAHON, M. E.; HARTMAN, P.A.; SAUL, R.A.; TIFFANY, L.H. Deterioration of High-Moisture Corn. **Applied microbiology**, v. 30, n. 1, p. 103-109, 1975.

MENEGAZZO, R.; GIACOMINI, V.; TRICHEZ, M. A. Amostragem e monitoramento de micotoxinas em matérias primas para rações. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA. 2002, Londrina. **Anais ...** Londrina, 2002. p.161-171

MITTELMANN, A.; FMIRANDA FILHO, J.B.; LIMA, G.J.M.M.; HARA-KLEIN, C.; TANAKA, R.T. Potential of the ESA23B maize population for protein and oil content improvement. **Scientia Agricola**, v. 60, n. 2, p. 319-327, 2003.

MOORE, S.M.; STALDER, K.J.; BEITZ, D.C.; STAHL, C.H.; FITHIAN, W.A.; BREGENDAHL, K.. Metabolism and nutrition - The Correlation of Chemical and Physical Corn Kernel Traits with Production Performance in Broiler Chickens and Laying Hens. **Poultry Science**, v. 87, p. 665-676, 2008.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient Requirements of Poultry**. 9 ed. Washington: National Academy Press, 155 p., 1994.

PAES, M. C. D. Aspectos Físicos, Químicos e Tecnológicos do Grão de Milho. In: **EMBRAPA CNPSA**, Circular Técnica nº 75, Sete Lagoas – MG, 2006.

PEREIRA, C. E.; TYSKA, D.; MARTINS, A.C.; BUTZEN, F.M.; MALLMANN, A.O. Peso específico do milho e sua relação com ergosterol, micotoxinas e energia. **Revista Ciências da Vida**, v. 28, p. 186-188, 2008.

PUZZI, D. **Abastecimento e armazenagem de Grãos**. 1.ed. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1986.

RAMOS, A.T.M.; MORAES, M.H.D.; CARVALHO, R.V.; CAMARGO, L.E.A. Levantamento da micoflora presente em grãos ardidos e sementes de milho. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 36, n. 3, p. 257-259, 2010.

REGINA, R.; SOLFERINI, O. Produção de cultivares de ingredientes de alto valor nutricional: características e benefícios. In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 2002, Uberlândia. **Anais ...** Campinas: CBNA, 2002, p.105-116.

RODRIGUES, P. B.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; GOMES, P.C.; BARBOZA, W.A.; SANTANA, R.T. Valores energéticos do milheto, do milho e sub-produtos do milho, determinados com frangos de corte e galos adultos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 30, n. 6, p. 1767-1779, 2001.

RODRIGUES, S.I.F.C. **Avaliação da qualidade do milho e predição da energia metabolizável para uso em avicultura**. 120p. Tese (Doutorado em Ciência Animais) - Universidade de Brasília. Brasília, 2009.

RODRÍGUEZ, J. C.; MALINARICH, H.D.; EXILAR J.P.; NOLASCO, M. Y ESCANDE A. Desenvolvimento fúngico e produção de micotoxinas em milho armazenado em bolsas plásticas inoculado com esporas de *Aspergillus spp*, 2004. Disponível em: <www.ipesadobrasil.com.br> Acesso em: 05/09/2009.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2 Edição. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 2005.

SANTIN, E.; MAIORKA, A.; GAMA, N.M.S.Q.; DAHLKE, F.; KRABBE, E.L.; PAULILLO, A.C. Efeitos de produto de exclusão competitiva na prevenção dos efeitos tóxicos da ocratoxina A em frangos. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 3, n. 2, 2001.

SANTIN, E.; MAIORKA, A. ZANELLA, I. MAGON, L. Micotoxinas do *Fusarium spp*. na avicultura comercial. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 1, p. 185-190, 2000.

SANTIN, J.A. Qualidade microbiológica de grãos de milho armazenados em silos de alambrado e secados com ar natural forçado. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 8, n. 2, p. 131-144, 2009.

SANTURIO, J.M. Cuidados com a qualidade dos grãos: Micotoxinas. In: ANAIS DO SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS, 2003, Cascavel. **Anais ...** Cascavel: CBNA, 2003. p.1-10.

SANTURIO, J.M. Mycotoxins and mycotoxicosis in poultry. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 2, n. 1, p. 1-12, 2000.

SARGEANT K., O'KELLY, J.; CARNAGHAN, R.B.A.; ALLCROFT, R. The assay of a toxic principle in certain groundnut meals. **Veterinary Record**. v. 73; p. 1219-1223, 1961.

SARTORI, J.A. **Qualidade dos grãos de milho após o processo de secagem**. 92 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas. Campinas - SP, 2001.

SERAPHIM, L.S.B.H. **Qualidade e quebra técnica de milho armazenado em diferentes ambientes**. 96p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) - Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá - MT, 2006.

SHIROMA, N.N.; DARI, R.; PENZ JUNIOR, A.M. Milho: um importante ingrediente para a avicultura. **Revista Nutrition for tomorrow**, v. 04, Ano 02, Setembro 2010, p. 50-55.

SIBBALD, I. R.; WOLYNETZ, M. S. Relationships between estimates of bioavailable energy made with adult cockerels and chicks: effects of feed intake on nitrogen retention. **Poultry Science**, v. 64, p. 128-138, 1985.

SILVA, C.S.; COUTO, H.P.; FERREIRA, R.A.; FONSECA, J.B.; GOMES, A.V.C.; SOARES, R.T.R.N. Valores nutricionais de milhos de diferentes qualidades para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 5, p. 883-889, 2008.

SOUZA, A. V. C. **Composição química e valor nutritivo do milho com diferentes níveis de carunchamento para suínos**. Viçosa, MG: UFV, 1999, 77p. Dissertação de Mestrado em Zootecnia – Universidade Federal de Viçosa, 1999.

STRINGHINI, J.H.; MOGYCA, N.S.; ANDRADE, M.A.; ORSINE, G.F.; CAFÉ, M.B.; BORGES, S.A. Efeito da Qualidade do Milho no Desempenho de Frangos de Corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 1, p. 191-198, 2000.

TUITE, J. Epidemiology of molds in grain. In: MOLDS, Mycotoxins and feed preservatives in the feed industry. New Jersey, BASF Corporation, p. 5-8, 1994. Citado por Krabbe, 1994.

UBOLDI EIROA, M. N. Atividade de água: influência sobre o desenvolvimento de microrganismos e métodos de determinação em alimentos. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos - ITAL**, Campinas, v. 18, n. 3, p. 353- 383, 1981.

USDA, United States Department of Agriculture, 2011. Disponível em: <<http://www.fas.usda.gov>> Acesso em: 10/12/2011.

WEBER, E. A. **Armazenagem agrícola**, 2.ed. Editora Guaíba. Páginas: 34, 94, 96, 199, 200, 201, 204, 205, 206, 207, 244. 2001.

WRIGHT, M. S.; GREENE-MCDOWELLE, D.M.; ZERINGUE, H.J.; BHATNAGAR, D.; CLEVELAND, T.E. Effects of volatile aldehydes from *Aspergillus*-resistant varieties of corn on *Aspergillus parasiticus* growth and aflatoxin biosynthesis. **Toxicon**, v. 38, n. 9, p. 1215-1223, 2000.

WU, F. Bt corn and impact on mycotoxins, **CAB Reviews: Perspectives es in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources**, v. 2, n.60, p.1-8, 2007.

YAMAUCHI, K.E., ISSHIKI, Y. Scanning electron microscopic observations on the intestinal villi in growing White Leghorn and broiler chickens from 1 to 30 days of age. **British Poultry Science**, v.32, p.67'78, 1991.

ZERINGUE Jr., H. J.; BROWN, R.L.; NEURECE, J.L.; CLEVELAND,T.E. Relationships between C6±C12 alkanal and alkenal volatile contents and resistance of maize genotypes to *Aspergillus flavus* and aflatoxin production. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 44, p. 403-407, 1996.

3. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE GRÃOS DE MILHO AVARIADOS

RESUMO

Fatores relacionados ao grão ou ao ambiente influenciam as propriedades originais do milho, afetando sua qualidade nutricional e suas características físicas. Realizou-se este estudo com o objetivo de analisar características físico-químicas de milho com diferentes proporções de grãos avariados. Foram selecionados grãos de milho recém-colhidos, separando atacados por fungos (grãos fermentados e ardidos) e grãos íntegros, para compor amostras com diferentes proporções entre estes grãos: 1 - inclusão de 0% de grãos fermentados/ardidos e 100% de grãos íntegros; 2 - inclusão de 10% de grãos fermentados/ardidos e 90% de grãos íntegros; 3 - inclusão de 20% de grãos fermentados/ardidos e 80% de grãos íntegros; 4 - inclusão de 30% de grãos fermentados/ardidos e 70% de grãos íntegros; 5 - inclusão de 40% de grãos fermentados/ardidos e 60% de grãos íntegros. Foram realizadas análises de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), fibra bruta (FB), extrato etéreo (EE), energia bruta (EB), atividade de água (Aa), densidade e dureza das amostras. Os resultados foram avaliados por meio de modelos estatísticos de análise de variância, utilizando-se a regressão linear ou quadrática de acordo com o melhor ajuste. Conforme se aumentou a quantidade de grãos de milho atacados por fungos, houve diminuição da MS, FB, EE e EB; aumento da MM, PB e Aa e redução na densidade. Grãos de milho ardidos apresentam menor dureza em relação aos grãos fermentados e íntegros. Conclui-se que o ataque fúngico a grãos de milho altera suas propriedades físico-químicas.

Palavras-chave: atividade de água, bromatologia, densidade, dureza.

PHYSICOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF DAMAGED CORN GRAINS

ABSTRACT

Factors related to the corn grain or the environment affect its nutritional quality and physical characteristics. This study was conducted to analyze corn physicochemical characteristics with different proportions of damaged grains. It was selected newly harvested corn grains, separating attacked by fungus (mouldy and fermented grain) and intact to compose samples with different proportions of these grains: 1 - including 0% fermented/mouldy grains and 100% intact, 2 - including 10% fermented/mouldy grains and 90% intact, 3 - including 20 fermented/mouldy grains and 80% intact, 4 - inclusion of 30% fermented/mouldy grains and 70% intact, 5 - inclusion of 40% addition fermented/mouldy grains and 60% intact. Analysis of dry matter (DM), mineral matter (MM), crude protein (CP), crude fiber (CF), ether extract (EE), gross energy (GE), water activity (Aw), density and hardness of samples. The results were submitted to analysis of variance, using the linear or quadratic regression according to the best fit. As the amount of corn attacked by fungus was increased, decreased DM, CF, EE and GE; increase of MM, CP, and Aw, with reduction in density. Corn grains mouldy showed lower hardness compared to fermented and intact grains. It is concluded that the fungus attack of corn grain changes the physicochemical properties.

Key-words: bromatology, density, hardness, water activity.

3.1. INTRODUÇÃO

A qualidade da matéria-prima é essencial para se formular rações que possibilitam a expressão do potencial de desempenho das aves, visando maiores níveis de produtividade, além de garantir segurança alimentar. Para isto, vários parâmetros podem ser utilizados para se definir a qualidade do milho, dentre os quais, as características consideradas para este fim estão relacionadas às suas propriedades físicas e químicas.

Grãos de qualidade física indesejável ou duvidosa são comumente encontrados em fábricas de rações, criando a necessidade de correção nutricional nas formulações, ação geralmente não tomada (Rodrigues, 2009). Embora o milho seja na maioria das vezes classificado conforme suas características físicas, se também fossem consideradas as variações químicas entre híbridos de milho, classificando-os com base nos resultados da análise dos lotes, o balanceamento das dietas poderia ser mais eficiente (Schmidt et al., 2004).

Vários fatores podem influenciar na composição do grão, como sua origem, variedade, processamento, presença de pragas, clima, solo, momento de colheita, etc. Além de variabilidade na composição química, há também diferenças físicas entre os grãos, tais como a densidade, dureza e resistência à moagem (Moore et al., 2008).

O valor nutricional de grãos de má qualidade é afetado por alterações em sua composição química, com consequente diminuição da biodisponibilidade de alguns nutrientes pela proliferação de fungos (com ou sem a produção de micotoxinas), entre outras causas (Rostagno, 1993). Devido à sua elevada qualidade nutricional, o milho possui vulnerabilidade à contaminação por microbiota diversificada.

Os fatores que favorecem o desenvolvimento fúngico podem ser classificados em físicos, químicos e biológicos e estão relacionados às condições do próprio grão e do ambiente que o envolve (Eichelberger, 2000). Fungos são seres vivos, por isso necessitam de alimento para assegurar seu desenvolvimento, sendo as matérias-primas em geral, fontes de nutrientes. Consequentemente ocorrem perdas nutricionais, diminuindo o valor nutricional de rações produzidas com grãos contaminados, especialmente devido à redução do conteúdo de gordura (Krabbe, 1995).

Em virtude das questões expostas, realizou-se este estudo com o objetivo de avaliar o impacto da infestação fúngica sobre as características físico-químicas de grãos de milho.

3.2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram selecionados manualmente grãos de milho recém-colhidos (que não passaram por armazenamento), separando os avariados por ataque fúngico (fermentados e ardidos) e grãos íntegros (sadios). A composição química de alimentos oriundos de diferentes regiões e cultivares apresentam, geralmente, grandes variações (McNab, 1996), por isso no caso do presente trabalho, tentou-se “anular” este fator com a seleção dos grãos do mesmo local, ou seja, da mesma lavoura, colhidos da região dos Campos Gerais, no Paraná, em março de 2011.

Os critérios utilizados na classificação dos grãos para composição dos tratamentos seguiram as normas estabelecidas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Abordou-se a Portaria nº 845 de 8 de novembro de 1976 (MAPA, 1976) e Portaria nº 11, de 12 de abril de 1996 (MAPA, 1996).

Os grãos considerados como ardidos estavam fermentados em mais de $\frac{1}{4}$ de sua área total, com alterações em sua cor ou visível fermentação em toda área do germe e mais qualquer parte do endosperma. O grão fermentado apresentava pontos de coloração escura, de qualquer tamanho, visíveis a olho nu em até $\frac{1}{4}$ de sua área (corresponde aproximadamente à área do germe). Os grãos íntegros não apresentavam nenhuma alteração, eram sadios e com coloração normal. Excluiu-se grãos com qualquer outro tipo de avaria (quebrados, chochos, etc). Os tratamentos foram constituídos:

Amostra 1 - inclusão de 0% de grãos fermentados/ardidos e 100% de grãos íntegros;

Amostra 2 - inclusão de 10% de grãos fermentados/ardidos e 90% de grãos íntegros;

Amostra 3 - inclusão de 20% de grãos fermentados/ardidos e 80% de grãos íntegros;

Amostra 4 - inclusão de 30% de grãos fermentados/ardidos e 70% de grãos íntegros;

Amostra 5 - inclusão de 40% de grãos fermentados/ardidos e 60% de grãos íntegros.

As amostras de milho foram moídas a 0,5 mm e analisadas em triplicata quanto à matéria seca (MS), matéria mineral (MM), cálcio (Ca), fósforo (P), proteína bruta (PB), fibra bruta (FB) e extrato etéreo (EE) em hidrolise ácida, segundo a AOAC (1995); fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), segundo Silva e Queiroz (2002); e energia bruta (EB), em bomba calorimétrica. Os extrativos não nitrogenados (ENN) foram estimados por: $100 - (\text{umidade\%} + \text{PB\%} + \text{EE\%} + \text{FB\%} + \text{MM\%})$. As leituras de atividade de água (Aa) foram feitas com milho

inteiro (sem moer), em equipamento digital (*Rotronic®*), modelo Hygropalm AW1, em sala com temperatura controlada (entre 21°C e 25°C).

A densidade foi determinada em aparelho específico (*Motomco®*) acoplado com balança (*Marte®*) que pesa o volume de 1325 mL e fornece o valor de densidade automaticamente. A análise de dureza foi feita no durômetro (*Nova Ética®*, modelo 298 DGP) em 50 grãos de cada categoria (íntegros, fermentados e ardidos), e expressa em kgf (quilograma força).

Realizou-se análise de correlação de Pearson ($P < 0,05$) entre as variáveis químicas e físicas. Os resultados bromatológicos e de densidade foram avaliados por meio de modelos estatísticos de análise de variância e regressão ($P < 0,05$), utilizando-se o modelo linear ou quadrático, conforme o melhor ajuste. Para análise de dureza, os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e comparados pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 1 demonstra os resultados de MS das amostras com diferentes inclusões de grãos fermentados/ardidos. Pela análise de regressão, verificou-se que o modelo linear ($P < 0,05$) foi o que melhor se ajustou aos dados observados para a variável. A equação descrita mostra que a cada 1% de inclusão de grãos fermentados/ardidos, diminui-se a quantidade de matéria seca em 0,011%.

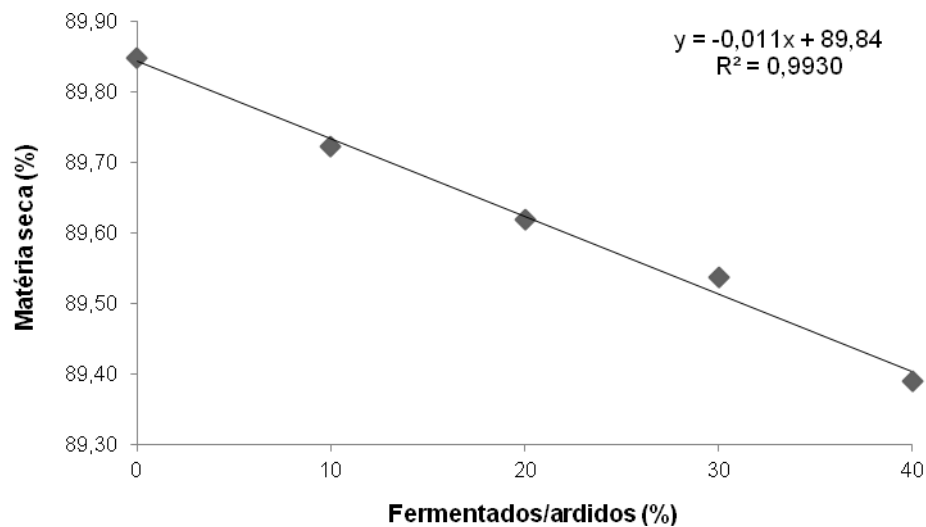


FIGURA 1. TEOR DE MATÉRIA SECA EM AMOSTRAS DE MILHO COM CRESCENTES INCLUSÕES DE GRÃOS FERMENTADOS/ARDIDOS.
FONTE: O AUTOR (2012).

Houve redução na MS nos grãos conforme se deprimiu sua qualidade, concordando com os resultados encontrados por Dilkin et al. (2000). Existe correlação negativa entre o total de grãos de milho fungados e o conteúdo de MS destes, em virtude da utilização das reservas de nutrientes (Buiate et al., 2006). Logo, grãos ardidos possuem maior umidade ($MS = 100 - \% \text{ Umidade}$).

A figura 2 traz os resultados de MM das amostras com diferentes inclusões de grãos fermentados/ardidos. Pela análise de regressão, verificou-se que o modelo linear ($P < 0,05$) foi o que melhor se ajustou aos dados observados para a variável. A equação que representa este modelo retrata que a cada 1% de grãos atacados por fungos, aumenta-se a quantidade de MM em 0,001%.

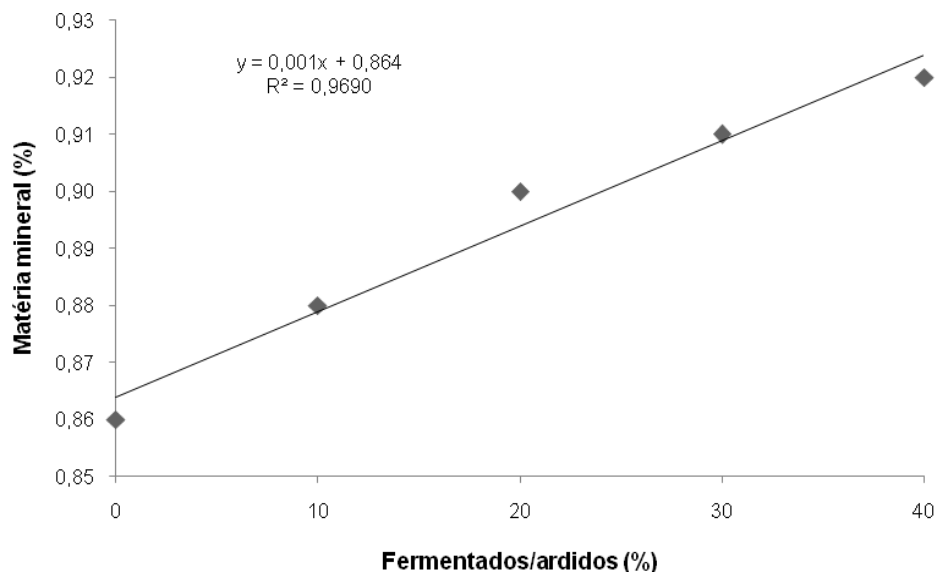


FIGURA 2. TEOR DE MATÉRIA MINERAL (EXPRESSO COM BASE NA MATÉRIA SECA) EM AMOSTRAS DE MILHO COM CRESCENTES INCLUSÕES DE GRÃOS FERMENTADOS/ARDIDOS.
FONTE: O AUTOR (2012).

Quanto maior a presença de grãos de milho fermentados/ardidos, maior a quantidade de MM, devido à diminuição de outros nutrientes presentes no milho e que são mais disponíveis ao consumo dos fungos. A nutrição da maioria dos fungos se dá por absorção, processo no qual enzimas hidrolisam macromoléculas, tornando-as assimiláveis através de mecanismos de transporte. As principais enzimas encontradas nos fungos são lipases, invertases, lactases, amilases e proteases (Gompertz et al., 2004).

A figura 3 traz os resultados de PB das amostras com diferentes inclusões de grãos fermentados/ardidos. Pela análise de regressão, verificou-se que o modelo linear ($P < 0,05$) foi o que melhor se ajustou aos dados observados para a variável.

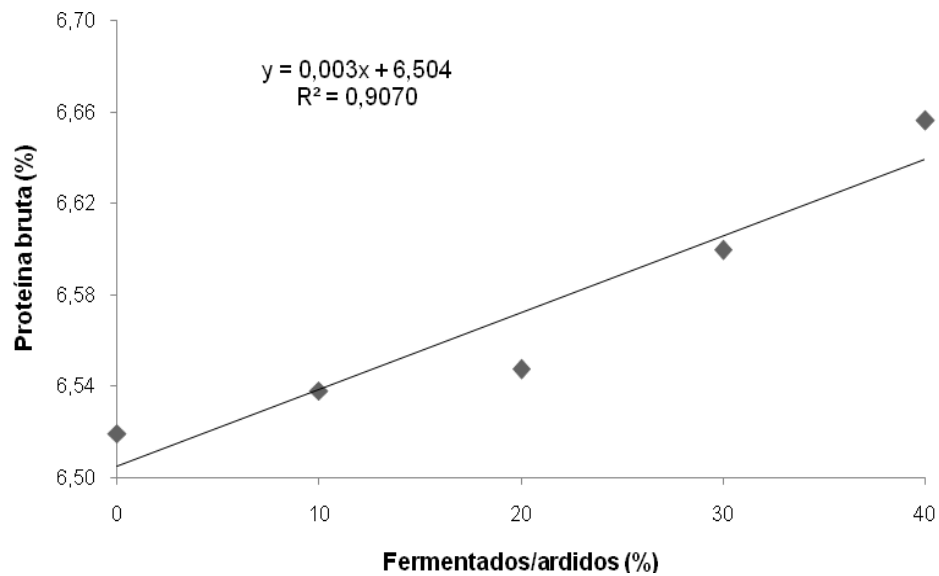


FIGURA 3. TEOR DE PROTEÍNA BRUTA (EXPRESSO COM BASE NA MATÉRIA SECA) EM AMOSTRAS DE MILHO COM CRESCENTES INCLUSÕES DE GRÃOS FERMENTADOS/ARDIDOS.
FONTE: O AUTOR (2012).

Conforme maior a quantidade de grãos fermentados/ardidos, maior a presença de PB, onde a cada 1% de grão fungados, aumenta-se a quantidade de PB em 0,003%. Este resultado é justificado pela proporcional menor concentração dos demais nutrientes, como de amido (Silva et al., 2008; Rodrigues, 2009) e EE.

A figura 4 traz os resultados de FB das amostras com diferentes inclusões de grãos fermentados/ardidos. Pela análise de regressão, verificou-se que o modelo linear ($P < 0,05$) foi o que melhor se ajustou aos dados observados para a variável, sendo que na presença de 1% de grãos fermentados/ardidos, diminui-se 0,008% da FB.

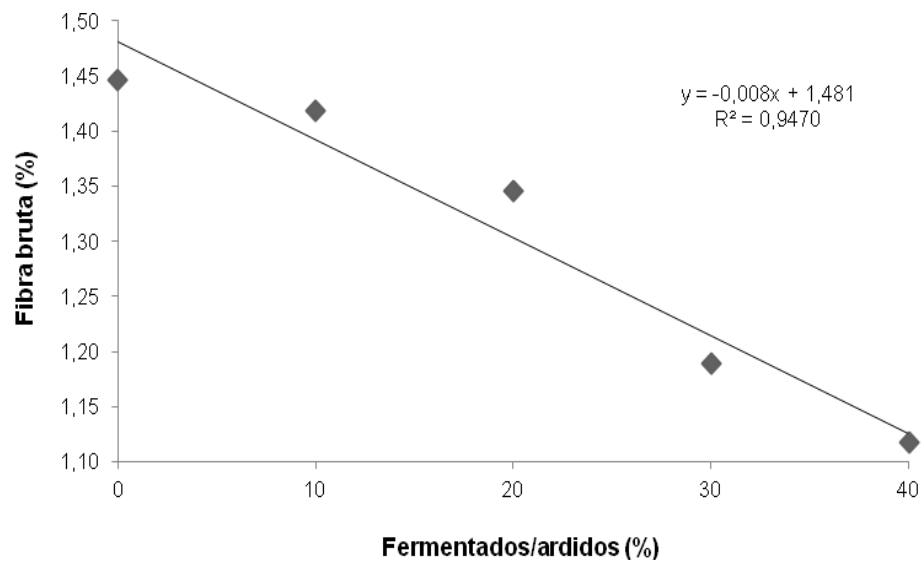


FIGURA 4. TEOR DE FIBRA BRUTA (EXPRESSO COM BASE NA MATÉRIA SECA) EM AMOSTRAS DE MILHO COM CRESCENTES INCLUSÕES DE GRÃOS FERMENTADOS/ARDIDOS.
FONTE: O AUTOR (2012).

A limitação da análise laboratorial para determinação de FB pode justificar o menor valor dessa fração quanto maior a presença de grãos de milho fermentados/ardidos. Alguns componentes solúveis podem ficar retidos como fibra insolúvel (como o amido resistente), sendo contabilizados como FB (Mañas et al., 1994).

A figura 5 traz os resultados de EE das amostras com diferentes inclusões de grãos fermentados/ardidos. Pela análise de regressão, verificou-se que o modelo linear ($P < 0,05$) foi o que melhor se ajustou aos dados observados para a variável, onde a cada 1% de grãos atacados por fungos, diminui-se 0,017% o teor de EE.

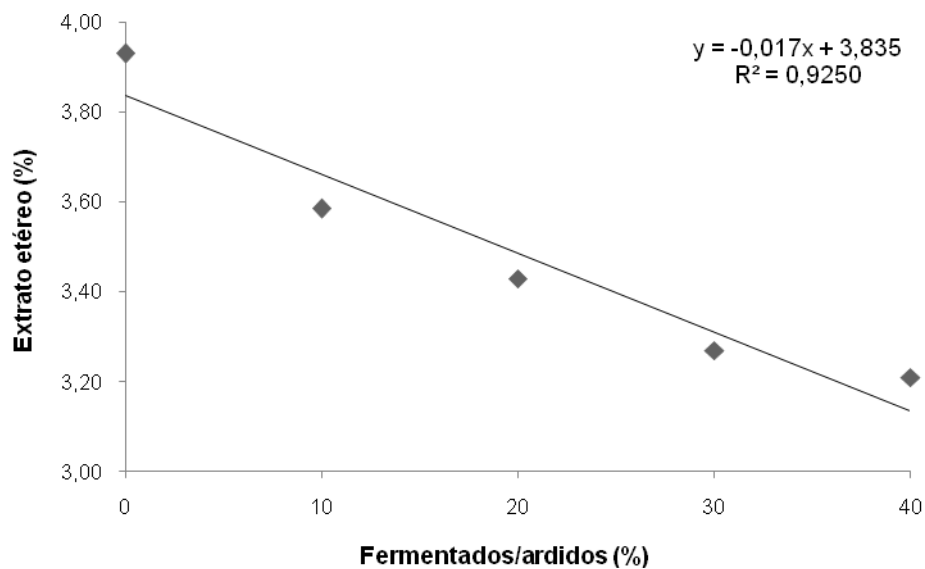


FIGURA 5. TEOR DE EXTRATO ETÉREO (EXPRESSO COM BASE NA MATÉRIA SECA) EM AMOSTRAS DE MILHO COM CRESCENTES INCLUSÕES DE GRÃOS FERMENTADOS/ARDIDOS.
FONTE: O AUTOR (2012).

A maior presença de grãos infestados por fungos ocasionou a diminuição de EE das amostras de milho analisadas. Resultado este confirmado por Rodrigues (2009), que também observou redução do EE com a presença de grãos de milho ardidos. Estes relatos podem ser explicados pelo fato de o principal alvo dos fungos ser o EE (Krabbe, 1995). O EE disponibiliza mais prontamente e em maior quantidade a energia que estes microrganismos necessitam para sobreviver, além da maior concentração deste nutriente ser no gérmen do milho, local de acesso mais fácil para fungos.

A figura 6 traz os resultados de EB das amostras com diferentes inclusões de grãos fermentados/ardidos. Pela análise de regressão, verificou-se que o modelo linear ($P < 0,05$) foi o que melhor se ajustou aos dados observados para a variável, com diminuição de 2,55 kcal/kg do teor de EB a cada 1% de grãos fermentados/ardidos.

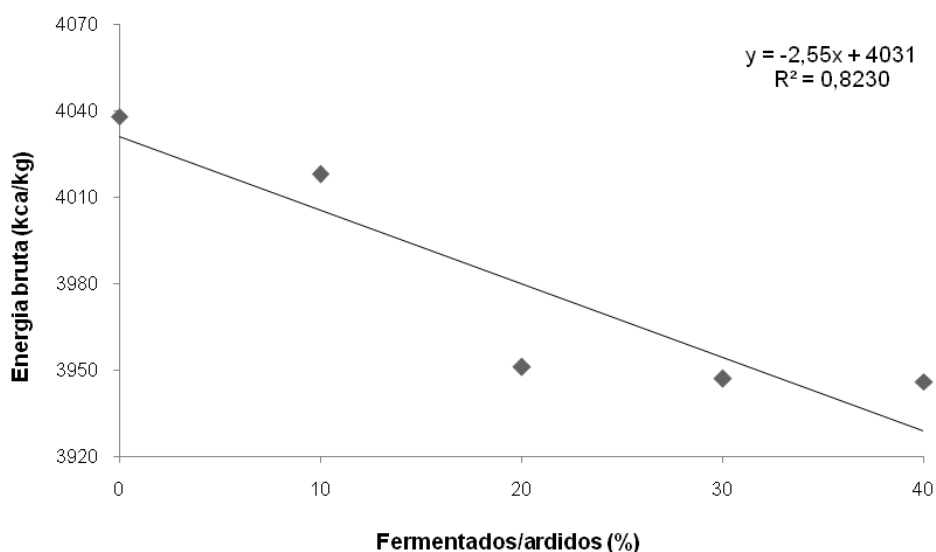


FIGURA 6. ENERGIA BRUTA (EXPRESSO COM BASE NA MATÉRIA SECA) EM AMOSTRAS DE MILHO COM CRESCENTES INCLUSÕES DE GRÃOS FERMENTADOS/ARDIDOS. FONTE: O AUTOR (2012).

Conforme maior a presença de grãos fermentados/ardidos, menor a energia bruta encontrada nas amostras analisadas. A infestação fúngica torna os alimentos contaminados empobrecidos energeticamente, especialmente pelo consumo prioritário de EE. Porém, os valores de EB foram muito próximos entre as proporções de 20, 30 e 40% de grãos fermentados/ardidos, resultado que pode ser explicado pelo fato dos demais nutrientes dos grãos (entre eles a PB) terem compensado a falta de EE e amido na análise em bomba calorimétrica.

A qualidade de milho não influenciou os teores de Ca, P, FDN, FDA e ENN ($P > 0,05$). Os valores de Ca oscilaram entre os tratamentos de 0,23% e 0,25% entre os tratamentos, P de 0,03% e 0,04%; FDN de 8,46% a 8,64%; FDA entre 1,63% e 1,64% e ENN entre 79,97% e 81,04%.

A figura 7 traz os resultados de densidade das amostras com diferentes inclusões de grãos fermentados/ardidos. Pela análise de regressão, verificou-se que o modelo linear ($P < 0,05$) foi o que melhor se ajustou aos dados observados para a

variável. A cada 1% de grãos atacados por fungos, reduz-se 0,7517 kg/m³ a densidade dos grãos de milho.

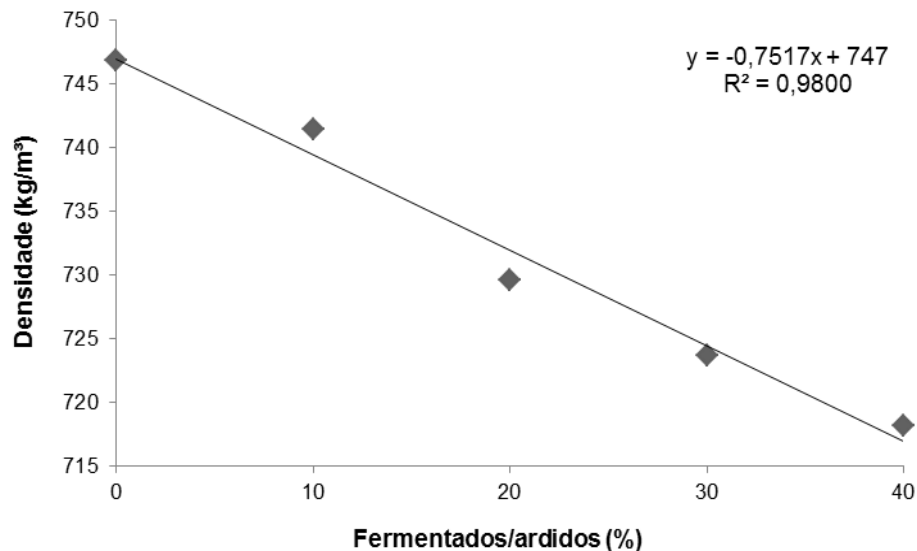


FIGURA 7. DENSIDADE DE AMOSTRAS DE MILHO COM CRESCENTES INCLUSÕES DE GRÃOS FERMENTADOS/ARDIDOS.
FONTE: O AUTOR (2012).

Comumente utilizada pela agroindústria, a determinação da densidade é um dos critérios de avaliação da qualidade do milho, auxiliando o estabelecimento de preços de mercado de grãos. Mesmo a densidade sendo influenciada pelas diferenças genéticas entre híbridos, sabe-se que quando se trata de avaliação de variáveis de qualidade e comparação de grãos de mesma genética, segundo Pereira et al. (2008), o valor nutricional do grão será maior ou menor conforme sua densidade. Os resultados obtidos no presente trabalho evidenciam esta questão, pois quanto pior a qualidade dos grãos, menor a densidade.

Grãos de baixa densidade apresentam teor de PB maior (Dale, 1994), o que está de acordo com os resultados aqui encontrados (correlação= - 0,92). Silva et al. (2008) verificaram que o milho com maior densidade possui maior valor energético, visto seu maior conteúdo de amido. Baidoo et al. (1991) observaram que o

decréscimo de 20% da densidade do grão está associado à redução de 4,3% no valor de energia metabolizável aparente (EMA) de grãos de milho.

A figura 8 traz os resultados de Aa das amostras com diferentes inclusões de grãos fermentados/ardidos. Pela análise de regressão, verificou-se que o modelo linear ($P < 0,05$) foi o que melhor se ajustou aos dados observados para a variável. A cada 1% de grãos atacados por fungos, aumenta-se em 0,0003 a Aa de grãos de milho.

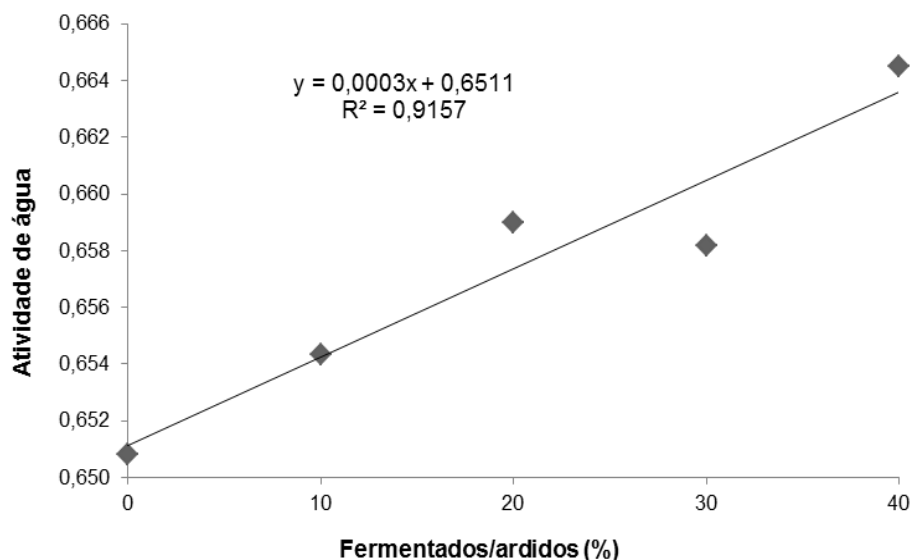


FIGURA 8. ATIVIDADE DE ÁGUA (ADIMENSIONAL) DE AMOSTRAS DE MILHO COM CRESCENTES INCLUSÕES DE GRÃOS FERMENTADOS/ARDIDOS. FONTE: O AUTOR (2012).

A água pode se apresentar como água ligada e como água livre (Aa), resultando em umidade ou água total (Krabbe, 2009). A Aa é uma variável que afeta a estabilidade dos alimentos, pois participa de reações químicas, físicas e biológicas (Timmons, 2006), determinando o desenvolvimento, morte, sobrevivência, esporulação e produção de toxinas por diferentes microrganismos (Marcinkowski, 2006).

O comportamento dos microrganismos frente à Aa é bastante variável. Bactérias desenvolvem-se em produtos com valores superiores a 0,900, enquanto que fungos e leveduras requerem valores a partir de 0,650 (Santin et al., 2001). Neste estudo foram obtidos valores de Aa próximos a 0,650 em amostras com 0% de grãos fermentados/ardidos, aumentando conforme maior a presença de grãos atacados por fungos.

Os resultados de correlação entre as variáveis químicas (expressas em matéria seca) e físicas estão expostas na tabela 5. Os resultados de correlação entre as variáveis químicas (expressas em matéria seca) e físicas foram significativos, salvo as exceções de correlação entre PB x EE e EB, e FB x EB ($P > 0,05$).

TABELA 5. CORRELAÇÕES DAS VARIÁVEIS FÍSICAS E QUÍMICAS DOS GRÃOS DE MILHO

	MS (%)	MM (%)	PB (%)	FB (%)	EE (%)	EB (kcal/kg)	Densidade (kg/m ³)	Aa
Fermentados/ardidos (%)	-1,00***	0,98**	0,95*	-0,97**	-0,96**	-0,90*	-0,99**	0,95*
MS (%)	-	-0,98**	-0,95*	0,96*	0,96*	0,89*	0,98**	-0,97**
MM (%)	-	-	0,89*	-0,93*	-0,99**	-0,95*	-0,99**	0,94*
PB (%)	-	-	-	-0,98**	-0,85 ^{NS}	-0,74 ^{NS}	-0,92*	0,90*
FB (%)	-	-	-	-	0,89*	0,83 ^{NS}	0,96**	-0,88*
EE (%)	-	-	-	-	-	0,92*	0,95*	-0,89*
EB (kcal/kg)	-	-	-	-	-	-	0,95*	-0,87 ^{NS}
Densidade (kg/m ³)	-	-	-	-	-	-	-	-0,95*

MS: matéria seca; MM: matéria mineral; PB: proteína bruta; FB: fibra bruta; EE: extrato etéreo; EB: energia bruta (expresso com base na matéria seca); Aa: atividade de água.

*P<0,05; **P<0,01; NS: não significativo.

A presença de grãos de milho fermentados e ardidos tem correlação significativa com todas as variáveis analisadas, sendo positiva com MM, PB e Aa, e negativa com MS, FB, EE, EB e densidade. Estes resultados reforçam os encontrados anteriormente nas análises de regressão.

Chamando a atenção para a correlação negativa e altamente significativa entre a presença de grãos atacados por fungos e a matéria seca das amostras, é possível observar, agora de uma forma distinta, como esta variável foi bastante afetada pelos microrganismos. Conforme maior o teor de matéria seca, maior a densidade, FB, EE, EB dos grãos, e menor a MM, PB e Aa das amostras. Para as correlações de MM com as demais variáveis químicas e físicas, valem os resultados contrários aos encontrados para MS.

A concentração de PB das amostras analisadas apresentou correlação positiva e significativa somente com a crescente presença de grãos de milho atacados por fungos, MM e Aa. O teor de EE apresentou correlação positiva e significativa com os valores de EB das amostras, pois conforme o EE diminuía com a presença de grãos atacados por fungos nas amostras, mais a energia das amostras era perdida.

Representado pela correlação positiva encontrada, grãos que possuem maior energia são mais densos. Já a densidade e Aa são opostas, pois com a maior presença de grãos atacados por fungos, mais se perde em densidade dos grãos, e mais se tem presença de Aa (que propicia maior desenvolvimento fúngico).

A tabela 6 traz os resultados de dureza dos grãos de milho íntegros, fermentados e ardidos, na qual pode-se observar que grãos de milho ardidos tiveram menor dureza que grãos íntegros e fermentados.

TABELA 6. DUREZA DE GRÃOS DE MILHO EM FUNÇÃO DE SUA QUALIDADE FÍSICA

Qualidade física dos grãos	Dureza (kgf)
Grãos de milho íntegros	19.162 a
Grãos de milho fermentados	18.350 a
Grãos de milho ardidos	13.802 b

Médias diferem entre si na mesma coluna pelo Teste de Tukey a 5%.

O aspecto “vítreo” do endosperma do milho pode ser correlacionado com o conteúdo de amilopectina e com a dureza do grão. A maior facilidade na moagem dos grãos é uma medida que indica menor dureza e, assim, proporção relativamente maior de amilopectina no milho (Batal e Parsons, 2004). No entanto, no caso deste estudo, a menor dureza em grãos de milho ardidos se deve à desestruturação física que o ataque fúngico causou no grão, especialmente no endosperma, este que representa a porção de maior dureza no grão. O fato dos grãos íntegros não diferirem dos fermentados pode ser devido estes se encontrarem em estágio de infestação fúngica menos avançado que os grãos ardidos, com infestação não ultrapassando a área do germe (parte “mole” do grão).

3.4. CONCLUSÕES

Grãos de milho fermentados e ardidos possuem características químicas e físicas alteradas em relação aos grãos íntegros. Isto porque os fungos consomem nutrientes, e, conseqüentemente, modificam a estrutura e composição dos grãos.

As equações descritas indicam que a cada 1% de inclusão de grãos fermentados/ardidos, diminui-se a quantidade de matéria seca em 0,011%, aumenta-se as quantidades de MM e PB em 0,001% e 0,003% respectivamente, e

diminui-se as quantidades de MS, FB e EE em 0,011%, 0,008% e 0,017%, respectivamente. Em relação aos teores de EB e densidade, ao incluir 1% de grãos fermentados/ardidos, reduz-se 2,55 kcal/kg da energia, 0,7517 kg/m³ a densidade, e aumenta-se em 0,0003 a Aa. Ainda, grãos de milho ardidos apresentam menor dureza em relação aos grãos fermentados e íntegros.

3.5. REFERÊNCIAS

ASSOCIATION OF THE OFFICIAL ANALITICAL CHEMISTS – AOAC. **Official and tentative methods of analysis**, 16.ed. Arlington, Virginia: AOAC International, 1995.

BAIDOO, S.K.; SHIRES, A.; ROBBLEE, A.R. Effect of kernel density on the on the apparent and true metabolizable energy value of corn for chickens. **Poultry Science**, v. 70, p. 2102-2107, 1991.

BATAL, A.B.; PARSONS, C.M. Utilization of various carbohydrate sources as affected by age in the chick. **Poultry Science**. v. 83, p. 1140–1147, 2004.

BUIATE, E.A. S; BRITO, C.H; BATISTELLA, R.A.; BRANDÃO, A M. Reação de híbridos de milho e levantamento dos principais fungos associados ao complexo de patógenos causadores de grão ardido em Minas Gerais. **Horizonte científico**, Belo Horizonte, v. 1, p. 1-14, 2006.

DALE, N. Corn fractions found to have nearly the same energy values as whole corn. **Feedstuffs**, v. 67, n. 18, p. 11-12, 1995.

DILKIN, P.; MALLMANN, C.A.; SANTURIO, J.M.; HICKMANN, J.L. Classificação macroscópica, identificação da microbiota fúngica e produção de aflatoxinas em híbridos de milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30. n. 1, p. 137-141, 2000.

EICHELBERGER, L. Secagem e armazenamento de grãos. In: **SENAR**, Manual de treinamento, 72p., Porto Alegre - RS, 2000.

GOMPERTZ, O.F.; RIVERA, I.N.G; GAMBALE, W. ; PAULA, C.R.; CORRÊA, B. Características Gerais das Micoses. IN: Trabulsi, L.R; ALTERTHUM, F. **Microbiologia**. 4. ed. Atheneu: São Paulo, 2004. Cap. 65, p. 451-459.

GRIGOLETTI, C. Associação de ácidos orgânicos no controle de grãos de milho armazenados. **A Hora Veterinária**, v. 180, p. 30-34, 2007.

KRABBE, E.L. Controle da atividade de água e produção de alimentos secos e semi-úmidos. In: I CONGRESSO INTERNACIONAL E VIII SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE ANIMAIS DE ESTIMAÇÃO. 2009, Campinas – SP. **Anais...** Campinas: CBNA. 2009.

KRABBE, E. L. **Efeito do desenvolvimento fúngico em grãos de milho durante o armazenamento e do uso de ácido propiônico sobre as características nutricionais e o desempenho de frangos de corte**. 176p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre – RS, 1995.

LAZZARI, F. A. **Umidade, fungos e micotoxinas na qualidade de sementes, grãos e rações**. 2 ed., Curitiba, v. 1, 134 p., 1997.

MAÑAS, E.; BRAVO, L.; SAURA-CALIXTO, F. Sources of error in dietary fibre analysis. **Food Chemistry**, v. 50, n. 4, p. 331-342, 1994.

MARCINKOWSKI, E. A. **Estudo da cinética de secagem, curvas de sorção e predição de propriedades termodinâmicas da proteína texturizada de soja**. 128p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2006.

McNAB, J.M. Factors affecting the energy value of wheat for poultry. **World's Poultry Science Journal**, v. 52, n. 1, p. 69-73, 1996.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. **Portaria nº 845**, Novembro de 1976.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. **Portaria nº 11**, Abril de 1996.

MOORE, S.M.; STALDER, K.J.; BEITZ, D.C.; STAHL, C.H.; FITHIAN, W.A.; BREGENDAHL, K.. Metabolism and nutrition - The Correlation of Chemical and Physical Corn Kernel Traits with Production Performance in Broiler Chickens and Laying Hens. **Poultry Science**, v. 87, p. 665-676, 2008.

PEREIRA, C. E.; TYSKA, D.; MARTINS, A.C.; BUTZEN, F.M.; MALLMANN, A.O. Peso específico do milho e sua relação com ergosterol, micotoxinas e energia. **Revista Ciências da Vida**, v. 28, p. 186-188, 2008.

RODRIGUES, S.I.F.C. **Avaliação da qualidade do milho e predição da energia metabolizável para uso em avicultura**. 120p. Tese (Doutorado em Ciência Animais) - Universidade de Brasília. Brasília, 2009.

ROSTAGNO, H. S. Disponibilidade de nutrientes em grãos de má qualidade. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1993, Santos. **Anais ...** Campinas-SP: FACTA, p. 129-139, 1993.

SANTIN, E.; MAIORKA, A.; GAMA, N.M.S.Q.; DAHLKE, F.; KRABBE, E.L.; PAULILLO, A.C. Efeitos de produto de exclusão competitiva na prevenção dos efeitos tóxicos da ocratoxina A em frangos. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 3, n. 2, 2001.

SCHMIDT, A.; LIMA, G.J.M.M.; KLEIN, C.H. Composição química de híbridos de milho produzidos na safrinha em Marechal Cândido Rondon, Paraná. In: **EMBRAPA CNPSA**, Circular Técnica nº 357, Concórdia - SC, 2004.

SILVA, C.S.; COUTO, H.P.; FERREIRA, R.A.; FONSECA, J.B.; GOMES, A.V.C.; SOARES, R.T.R.N. Valores nutricionais de milhos de diferentes qualidades para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 5, p. 883-889, 2008.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos: Métodos químicos e biológicos**. 3ed. Viçosa: UFV, 2002.

SILVA, MARCELO DA ; GARCIA, G. T. ; VIZONI, E. ; KAWAMURA, O.; HIROOKA, E. Y. ; ONO, E. Y. S. Effect of the time interval from harvesting to the pre-drying step on natural fumonisin contamination in freshly harvested corn from the State of Parana, Brazil. **Food Additives and Contaminants**, v. 25, n. 1, p. 642-649, 2008.

TIMMONS, B. Water activity and pet food stability. **Feed Technology Update**, v. 1, n. 9, 2006.

4. GRÃOS DE MILHO AVARIADOS EM DIETAS PARA FRANGOS

RESUMO

O milho tem papel importante na alimentação animal, e os cuidados empregados com sua qualidade têm aumentado. Realizou-se este estudo com o objetivo de avaliar a qualidade de grãos de milho em dietas para frangos de corte e seus efeitos no desempenho zootécnico (consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar), metabolizabilidade da matéria seca e energia, morfometria da mucosa intestinal e micotoxinas das dietas. Foram selecionados grãos de milho avariados atacados por fungos (fermentados e ardidos) e grãos íntegros (sadios) para compor as dietas com inclusão de 61,14% de milho, com crescentes proporções de grãos de milho fermentados/ardidos adicionadas junto dos grãos bons, formando os tratamentos: 1 - 0% de grãos fermentados/ardidos; 2 - 10% de grãos fermentados/ardidos; 3 - 20% de grãos fermentados/ardidos; 4 - 30% de grãos fermentados/ardidos e 5 - 40% de grãos fermentados/ardidos. Utilizou-se 400 frangos machos Cobb 500 de 1 a 21 dias de idade. Os resultados foram avaliados por meio de modelos estatísticos de análise de variância, utilizando-se a regressão de melhor ajuste. Quanto maior a inclusão de grãos atacados por fungos, menor o ganho de peso, pior a conversão alimentar das aves e menores a metabolizabilidade da matéria seca e energia das dietas. As vilosidades são menores, são maiores as profundidades de criptas e crescente o número de células caliciformes do íleo conforme maior a presença de milho avariado. As análises de micotoxinas nas rações indicaram níveis crescentes de toxinas com o aumento da presença de milho de pior qualidade. Conclui-se que quanto maior a quantidade de grãos de milho atacados por fungos em rações para frangos, piores os resultados de produtividade e aproveitamento das dietas, e maiores os danos causados ao epitélio intestinal das aves.

Palavras-chave: desempenho, excretas, íleo, metabolizabilidade, micotoxinas.

DAMAGED CORN GRAINS IN POULTRY DIETS

ABSTRACT

Maize has an important role in food and animal production, and the care for their quality has increased. This study was conducted to evaluate the corn grain quality in broilers diets and its effects on their performance (feed intake, weight gain and feed conversion), metabolization of dry matter and energy, morphometric intestinal mucosa, and level of mycotoxins in the diets. It was selected newly harvested corn grains, separating attacked by fungus (mouldy and fermented) and intact grain (healthy) to compose the diets with 61.14% of corn, and the treatments has increasing levels of corn attacked by fungus in corn: 1- including 0% fermented/mouldy grains, 2 - including 10% fermented/mouldy grains; 3 - including 20% fermented/mouldy grains; 4 - including 30% fermented/mouldy grains and 5 - including 40% fermented/mouldy grains. The test used 400 broilers Cobb 500 males raised from 1 to 21 days. The results were evaluated with statistical models of analysis of variance, using the linear or quadratic regression according to the best fit. Diets with larger inclusion of grains attacked by fungus showed lower weight gain, decreased feed conversion and values of metabolization coefficient of dry matter and metabolizable energy were lower; also lower villus height, deeper crypts, and increased number of goblet cells in the ileum as the greater the presence of corn damaged. The analysis of mycotoxins in feed showed with increasing presence of poorer quality corn an increased level of toxins. The greater amount of corn attacked by fungus in broilers feed showed the worse results productivity, feed utilization, and more damage to the intestinal epithelium of the birds.

Key-words: Excreta. Ileum. Performance. Metabolized. Mycotoxins.

4.1. INTRODUÇÃO

O milho é o ingrediente de maior participação na composição de rações, representando cerca de 60 a 70% das dietas empregadas na avicultura (Da Silva, 2008). Excelente fonte energética, compõe cerca de 20% da proteína e aminoácidos em rações iniciais e, aproximadamente, 65% da energia metabolizável das rações nas demais fases de criação das aves (Dale e Jackson, 1994; Cowieson, 2004).

As etapas da cadeia produtiva dos grãos de milho influenciam suas variáveis de qualidade, principalmente do ponto de vista nutricional. Estas alterações podem resultar em perdas no desempenho animal e, por fim, na lucratividade da produção. Por conta disso, há necessidade de constante monitoria com análises de micotoxinas, bromatológicas, densidade e classificação física (Shiroma et al., 2010), uma vez que diferentes frações do milho (grãos íntegros, imaturos, atacados por insetos e fungos) possuem distintos valores nutricionais (Figueiredo et al., 2009).

Na maioria dos grãos usados na produção de rações, estão presentes fungos e esporos viáveis, contaminação que na maioria das vezes ocorre já no campo, antes da colheita. Grãos e matérias-primas em geral são fontes úteis de nutrientes aos fungos. Consequentemente, ocorrem perdas nutricionais ocasionadas pelo desenvolvimento destes microrganismos, originando grãos fermentados e ardidos, acarretando em diminuição do valor nutricional de rações.

Fungos afetam gravemente as funções vitais dos animais domésticos (Santin et al., 2001). O uso de milho de baixa qualidade piora o desempenho, aumenta a mortalidade, altera peso de fígado, além de prejudicar o rendimento e a qualidade de carcaça das aves (Godoi et al., 2008). Isto porque infestações fúngicas podem afetar animais pelo ataque aos grãos ainda no campo, pela contaminação dos ingredientes

durante o armazenamento, por perda de desempenho zootécnico, ou pelo ataque direto aos órgãos (como o sistema digestório e respiratório), elevando custos de produção e abate. Levar em conta a qualidade do milho utilizado na alimentação animal pode representar menor mortalidade, maior número de aves abatidas e carcaças de melhor qualidade.

Em virtude do exposto, realizou-se este estudo com o objetivo de avaliar o impacto da infestação do milho por fungos no desempenho zootécnico, no coeficiente de metabolizabilidade aparente da matéria seca e energia metabolizável aparente da dieta de frangos de corte criados de 1 a 21 dias de idade, e morfometria da mucosa intestinal aos 21 dias de idade.

4.2. MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1. LOCAL

O experimento foi realizado nas instalações da Sala de Metabolismo do Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, localizada no município de Curitiba - PR. O estudo foi aprovado pela Comissão de Ética ao Uso de Animais do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

4.2.2. ANIMAIS

Foram utilizados 400 pintos de corte machos da linhagem comercial Cobb 500, criados de 1 a 21 dias de idade. As aves foram vacinadas no incubatório contra Bouda Aviária, Marek, Gumboro e Bronquite Infecciosa.

4.2.3. INSTALAÇÕES

As aves foram alojadas em 40 gaiolas metabólicas, com dimensões de 0,98 x 0,90 x 0,50 m (c x l x h), todas equipadas com bebedouros e comedouros móveis tipo calha e com lotação de 10 aves/gaiola. A sala experimental dispunha de luz controlada, com campânulas de lâmpadas incandescentes (uso de 24 horas de luz) e aquecedores a gás, com temperatura monitorada por meio de termômetros (de máxima e mínima temperatura).

4.2.4. INGREDIENTES E DIETAS EXPERIMENTAIS

Foram selecionados manualmente grãos de milho atacados por fungos (fermentados e ardidos) e grãos bons (sadios e íntegros), sendo excluídos os demais grãos avariados (com outras alterações) com características que não se enquadrassem nestas especificações. Os critérios utilizados na classificação dos grãos seguiram as normas estabelecidas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Portaria nº 845 de 8 de novembro de 1976 (MAPA, 1976), e Portaria nº 11, de 12 de abril de 1996 (MAPA, 1996).

As rações fornecidas às aves foram à base de milho e farelo de soja, fareladas, formuladas com perfil ideal para atender às exigências da fase de desenvolvimento das aves. A composição das dietas empregadas de 1 a 21 dias de idade das aves estão apresentadas na tabela 7.

TABELA 7. INGREDIENTES E COMPOSIÇÃO QUÍMICA (EXPRESSAS EM MATÉRIA SECA) DAS DIETAS EXPERIMENTAIS, DE 1 A 21 DIAS DE IDADE DAS AVES

Ingredientes (%)	0% avariado	10% avariado	20% avariado	30% avariado	40% avariado
Milho íntegro	61,14	57,74	54,34	50,94	47,54
Milho fermentado/ardido	0,00	3,40	6,80	10,20	13,60
Farelo de soja 48% PB	33,03	33,03	33,03	33,03	33,03
Fosfato bicálcico	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85
Calcáreo calcítico	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94
Óleo de soja	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56
Sal comum	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36
L- Lisina (HCl)	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28
DL- Metionina	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
L- Treonina	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
Premix vitamínico	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Premix mineral	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Sílica	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Composição química analisada					
Matéria seca (%)	89,49	89,23	89,42	89,33	89,20
Proteína bruta (%)	19,53	19,79	19,65	19,62	19,15
Fibra bruta (%)	1,41	1,37	1,45	1,36	1,35
FDN (%)	8,74	9,39	9,24	9,34	9,37
FDA (%)	2,08	1,84	2,06	2,05	2,16
Extrato etéreo (%)	5,00	4,90	4,95	4,79	4,66
Matéria mineral (%)	5,05	5,03	5,19	5,09	5,24
Composição química calculada comum aos tratamentos					
Energia Metabolizável (kcal/kg)	3000				
Cálcio (%)	0,96				
Fósforo disponível (%)	0,47				
Sódio (%)	0,22				
Lisina digestível (%)	1,37				
Metionina digestível (%)	0,57				
Triptofano digestível (%)	0,24				
Treonina digestível (%)	0,80				
Treonina + cisteína digestível (%)	0,90				

* Níveis de garantia por kg de produto: ácido nicotínico - 6.000 mg, ácido fólico - 14mg, ácido pantotênico - 1.078 mg, biotina - 15 mg, colina - 60.000 mg, vitamina A - 3.200.000 UI, vitamina B1 - 198 mg, vitamina B2 - 960 mg, vitamina B6 - 396 mg, vitamina B12 - 400 mcg, vitamina E - 2.000 mg, vitamina D3 - 640.000 UI, vitamina K3 - 636 mg, cálcio - 95 g, cobalto - 60 mg, cobre - 1.200 mg, iodo - 186 mg, ferro - 5.150 mg, manganês - 13.520 mg, zinco - 10.080 mg, selênio - 58 mg, aditivo anticoccidiano: 12000 mg, aditivo antioxidante: 120 mg.

FONTE: O AUTOR (2012)

4.2.5. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 5 tratamentos com 8 repetições de 10 aves cada. Os tratamentos empregados diferiram nas proporções de milho íntegro e atacado por fungo usados na composição das dietas experimentais:

Tratamento 1: somente inclusão de grãos de milho íntegros (0% de ardidos/fermentados);

Tratamento 2: inclusão de 10% de grãos de milho fermentados/ardidos e 90% de milho íntegro;

Tratamento 3: inclusão de 20% de grãos de milho fermentados/ardidos e 80% de milho íntegro;

Tratamento 4: inclusão de 30% de grãos de fermentados/ardidos e 70% de milho íntegro;

Tratamento 5: inclusão de 40% de grãos de milho fermentados/ardidos e 60% de milho íntegro;

4.2.6. VARIÁVEIS ANALISADAS

O desempenho zootécnico foi avaliado por meio da pesagem das aves ao alojamento, aos 7 e 21 dias de idade e sobras de ração para se determinar o consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar, sendo as aves mortas pesadas para ajuste da conversão alimentar. As atividades realizadas e qualquer imprevisto foram registrados diariamente.

O ensaio de metabolizabilidade de nutrientes das dietas determinou o coeficiente de metabolizabilidade aparente da matéria seca e a energia metabolizável aparente utilizando o método da coleta parcial de excretas de aves proposta por Sakomura e Rostagno (2007), utilizando 1% de sílica indigestível como indicador. Foram aplicados três dias de adaptação às dietas experimentais, seguido por quatro dias (18 aos 21 dias de idade das aves) de coleta de excretas.

Sob as gaiolas foram utilizadas bandejas forradas com plástico para evitar perda de material. As coletas foram feitas duas vezes ao dia e as excretas acondicionadas em sacos plásticos identificados, sendo armazenadas em freezer a -14°C. Para a realização das análises laboratoriais, amostras das excretas foram descongeladas, homogeneizadas, secas em estufa de ventilação forçada a 60°C até peso constante, e moídas a 1mm. As análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Paraná, segundo metodologias descritas pela AOAC (1995).

Também foram realizadas análises bromatológicas das rações experimentais, a fim de se utilizar os resultados nos cálculos de metabolizabilidade da matéria seca e energia. Os coeficientes de metabolizabilidade aparente de matéria seca e energia metabolizável foram determinados pelo método dos indicadores (CMA_i), com a relação entre concentração de indicador ingerido no alimento e a concentração de indicador nas excretas:

$$CMA_i (\%) = 100 - \left\{ \frac{(\% \text{ indicador no alimento}) \times (\% \text{ nutriente nas excretas})}{(\% \text{ indicador nas excretas}) \times (\% \text{ nutriente no alimento})} \right\} \times 100$$

As rações ofertadas e as sobras foram pesadas e registradas por gaiola. As rações utilizadas no ensaio foram enviadas para análise de micotoxinas pelo método de cromatografia líquida (realizada no SAMITEC, em Santa Maria - RS).

No 21º dia de idade foram apanhadas aleatoriamente 8 aves por tratamento e abatidas por deslocamento cervical. Porções de íleo foram coletados, acondicionados em formol tamponado 10% e processados de acordo com procedimento de Smirnov et al. (2004). As avaliações de altura de vilo e profundidade de cripta foram feitas com fotografias de três vilos por lâmina (aumento de 4x), sendo as medidas obtidas por meio do programa Motic Images Plus 2.0. Para contagem de células caliciformes foram fotografados três vilos por lâmina (aumento de 20x), e com o programa Motic Images Plus 2.0 foi estabelecida uma medida padrão nos vilos para que a contagem das células caliciformes fosse feito na área delimitada de 300 micrômetros, usando a parte central do vilo.

4.2.7. ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os resultados de desempenho, metabolizabilidade e morfometria da mucosa intestinal foram avaliados por meio de modelos estatísticos de análise de variância e regressão a 5% de probabilidade, utilizando-se a regressão linear ou quadrática conforme o melhor ajuste, utilizando-se o SAS versão 9.1.

4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O consumo de ração das aves de 1 a 7 dias não apresentou diferença ($P>0,05$), com valores obtidos entre 0,143 e 0,150 kg. A figura 9 traz os resultados

de ganho de peso (g) das aves de 1 a 7 dias que receberam ração com diferentes proporções de grãos de milho infestados por fungos (fermentados/ardidos). Pela análise de regressão, verificou-se que o modelo linear ($P < 0,05$) foi o que melhor se ajustou aos dados observados para a variável. De acordo com a equação proposta, para cada 1% de grãos atacados por fungos, reduz-se cerca de 0,24 g do ganho de peso das aves neste período. Ou seja, o ganho de peso diminui 7,32% na primeira semana enquanto a presença de grãos avariados passou de 0% para 40%.

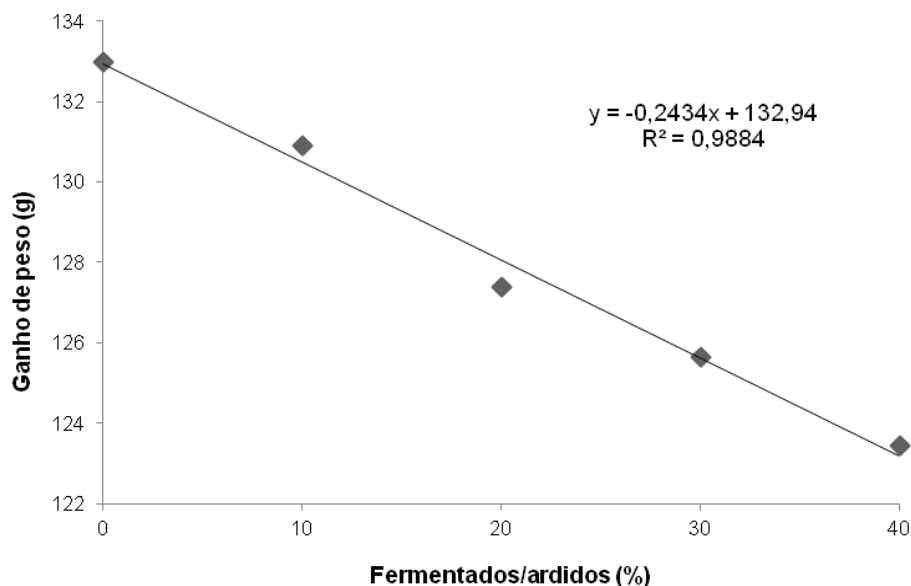


FIGURA 9. GANHO DE PESO MÉDIO DE FRANGOS DE CORTE MACHOS NO PERÍODO DE 1 A 7 DIAS DE IDADE, ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO CRESCENTES INCLUSÕES DE GRÃOS DE MILHO ATACADOS POR FUNGOS. FONTE: O AUTOR (2012).

O ganho de peso diminui quanto maior a presença de grãos atacados por fungos em resposta ao empobrecimento nutricional das rações. Microrganismos liberam enzimas digestivas para que os nutrientes dos grãos sejam aproveitados, pois necessitam de fonte abundante de energia para seu desenvolvimento, encontrada especialmente no extrato etéreo e amido (Shiroma et al., 2010).

A figura 10 traz os resultados de conversão alimentar das aves de 1 a 7 dias que receberam ração com proporções de grãos de milho infestados por fungos (fermentados/ardidos). Pela análise de regressão, verificou-se que o modelo linear ($P < 0,001$) se ajustou melhor aos dados observados, e que a cada 1% de grãos atacados por fungos, piora-se em 0,0011 g/g a conversão alimentar das aves.

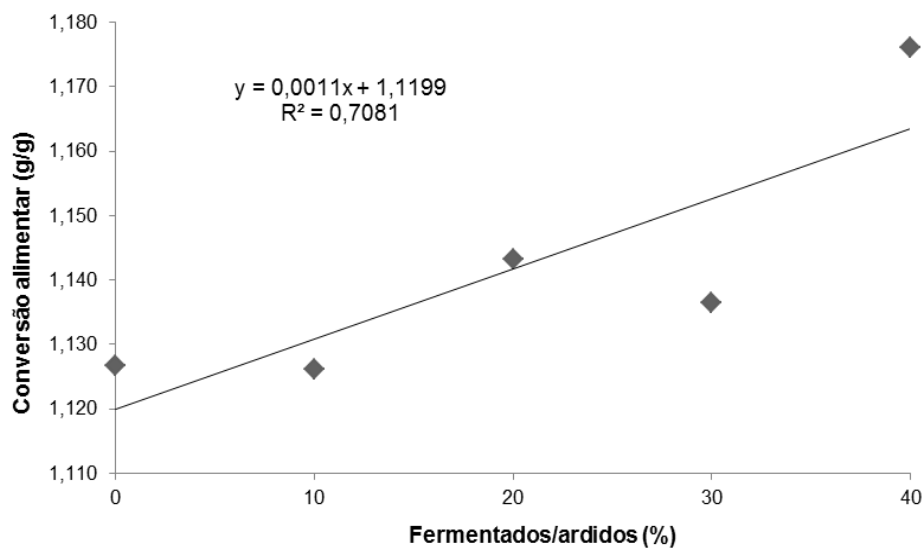


FIGURA 10. CONVERSÃO ALIMENTAR MÉDIA DE FRANGOS DE CORTE MACHOS NO PERÍODO DE 1 A 7 DIAS DE IDADE, ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO CRESCENTES INCLUSÕES DE GRÃOS DE MILHO ATACADOS POR FUNGOS.
FONTE: O AUTOR (2012).

A conversão alimentar dos pintinhos foi pior quanto maior a inclusão de grãos atacados por fungos. Este resultado reflete a piora do valor nutricional da ração conforme maior a inclusão de grãos fermentados/ardidos, no qual as aves não converteram a ração consumida em peso.

Considerando o período de 1 a 21 dias, não foi constatada diferença significativa ($P > 0,05$) no consumo de ração das aves alimentadas com os diferentes tratamentos, no qual os valores variaram de 1,329 a 1,356 kg. No entanto,

Rodrigues (2009) verificou que à medida que se aumenta os níveis de inclusão do milho ardido na dieta, as aves reduziram o consumo da ração.

A figura 11 traz os resultados de ganho de peso das aves de 1 a 21 dias que receberam ração com proporções de grãos de milho infestados por fungos (fermentados/ardidos). Pela análise de regressão, verificou-se que o modelo linear ($P < 0,05$) foi o que melhor se ajustou aos dados observados para a variável, demonstrando que a cada 1% de grãos fungados, diminui-se cerca de 0,65 g de ganho de peso das aves. O ganho de peso diminui 3,29% no período total de avaliação das aves, enquanto a presença de grãos avariados passou de 0% para 40%.

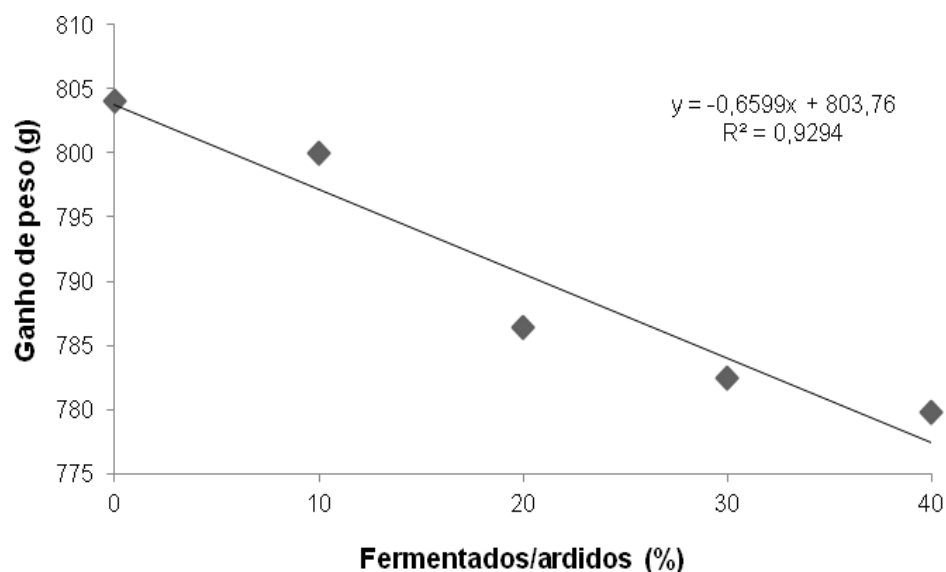


FIGURA 11. GANHO DE PESO MÉDIO DE FRANGOS DE CORTE MACHOS NO PERÍODO DE 1 A 21 DIAS DE IDADE, ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO CRESCENTES INCLUSÕES DE GRÃOS DE MILHO ATACADOS POR FUNGOS.
FONTE: O AUTOR (2012).

O ganho de peso médio das aves foi menor conforme maior a inclusão de grãos fermentados/ardidos, corroborando com Godoi et al. (2008) que utilizaram milho de baixa qualidade (ardidos e mofados) e observaram efeito negativo no

desempenho das aves aos 21 dias, com redução de ganho de peso e piora de conversão alimentar. Para se nutrir os fungos vivem em estado de saprofitismo, parasitismo ou simbiose (Gompertz et al., 2004), prejudicando a qualidade dos grãos de milho e consequentemente, a expressão do desempenho zootécnico.

A figura 12 traz os resultados de conversão alimentar das aves de 1 a 21 dias que receberam ração com proporções de grãos de milho infestados por fungos (fermentados/ardidos). Pela análise de regressão, verificou-se que o modelo linear ($P < 0,05$) foi o que melhor se ajustou aos dados observados para a variável. Para cada 1% de grãos fungados, há uma piora de 0,001 g/g na conversão alimentar das aves.

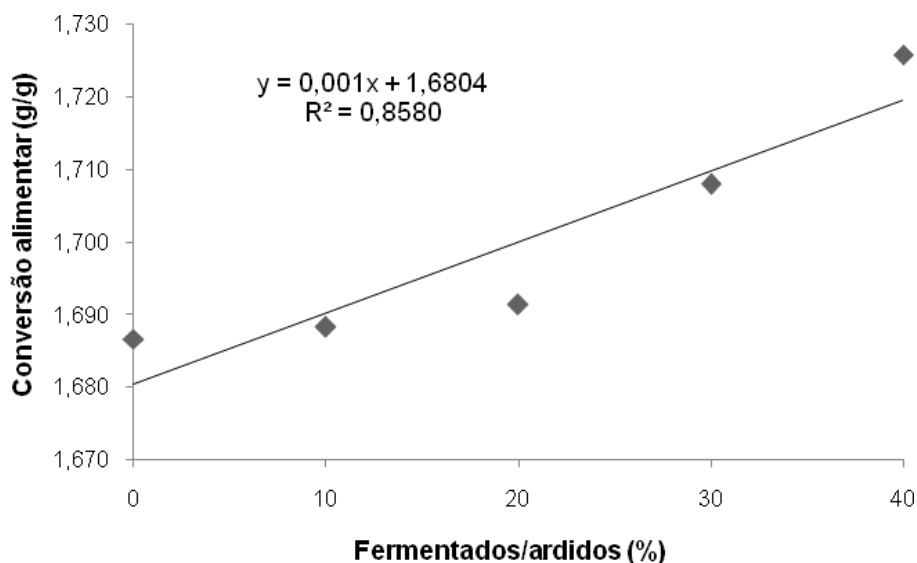


FIGURA 12. CONVERSÃO ALIMENTAR MÉDIA DE FRANGOS DE CORTE MACHOS NO PERÍODO DE 1 A 21 DIAS DE IDADE, ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO CRESCENTES INCLUSÕES DE GRÃOS DE MILHO ATACADOS POR FUNGOS.
FONTE: O AUTOR (2012).

A conversão alimentar das aves foi prejudicada com o aumento da presença de grãos fermentados/ardidos na dieta. No entanto, Stringhini et al. (2000) não constataram influência sobre o desempenho de frangos com inclusão na ração de até 40% de milho infestado por fungos, fato justificado pela baixa idade das aves

(criadas até 28 dias), pois, segundo os autores, o prejuízo provavelmente seria observado somente ao final do período de criação.

A figura 13 traz os resultados de coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca das aves de 18 a 21 dias que receberam ração com proporções de grãos de milho infestados por fungos (fermentados/ardidos). Pela análise de regressão, verificou-se que o modelo linear ($P < 0,05$) foi o que melhor se ajustou aos dados observados para a variável, onde para cada 1% de grãos atacados por fungos, se piora cerca de 0,05% o coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca.

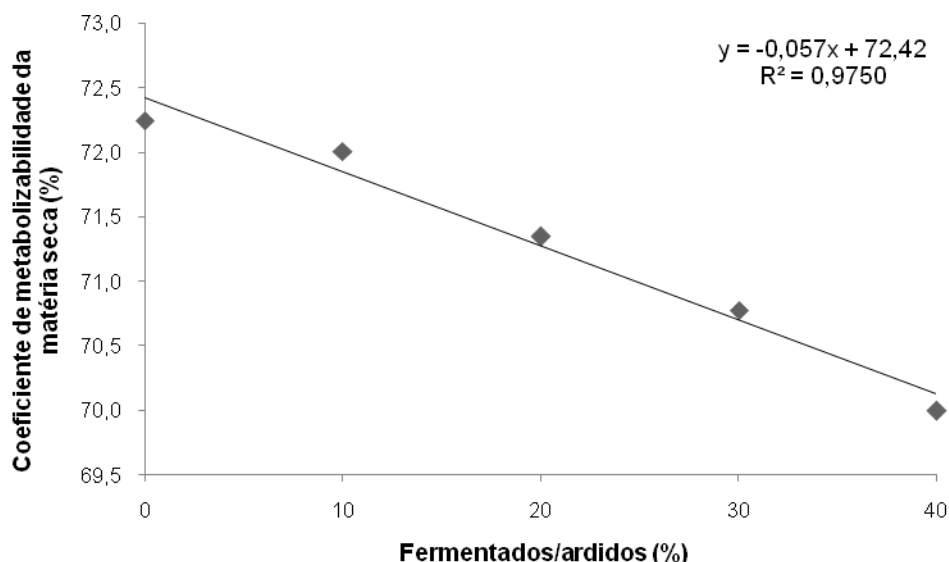


FIGURA 13. COEFICIENTE DE METABOLIZABILIDADE DA MATÉRIA SECA (EXPRESSO COM BASE NA MATÉRIA SECA) DE DIETAS CONTENDO CRESCENTES INCLUSÕES DE GRÃOS DE MILHO ATACADOS POR FUNGOS, DE FRANGOS DE CORTE MACHOS NO PERÍODO DE 18 A 21 DIAS DE IDADE.
FONTE: O AUTOR (2012).

Conforme maior a inclusão de grãos fermentados/ardidos, menores os coeficientes de metabolizabilidade de matéria seca, resultado que se justifica pelo menor aproveitamento dos grãos de milho fermentados/ardidos, já que houve redução no teor de nutrientes facilmente digestíveis como amido e extrato etéreo. Há

alta correlação negativa entre o total de grãos fungados e o conteúdo de matéria seca dos grãos (Barbarino Junior, 2001).

A figura 14 traz os resultados de energia metabolizável aparente da dieta das aves de 18 a 21 dias que receberam ração com proporções de grãos de milho infestados por fungos (fermentados/ardidos). Pela análise de regressão, verificou-se que o modelo quadrático ($P < 0,05$) foi o que melhor se ajustou aos dados observados para a variável.

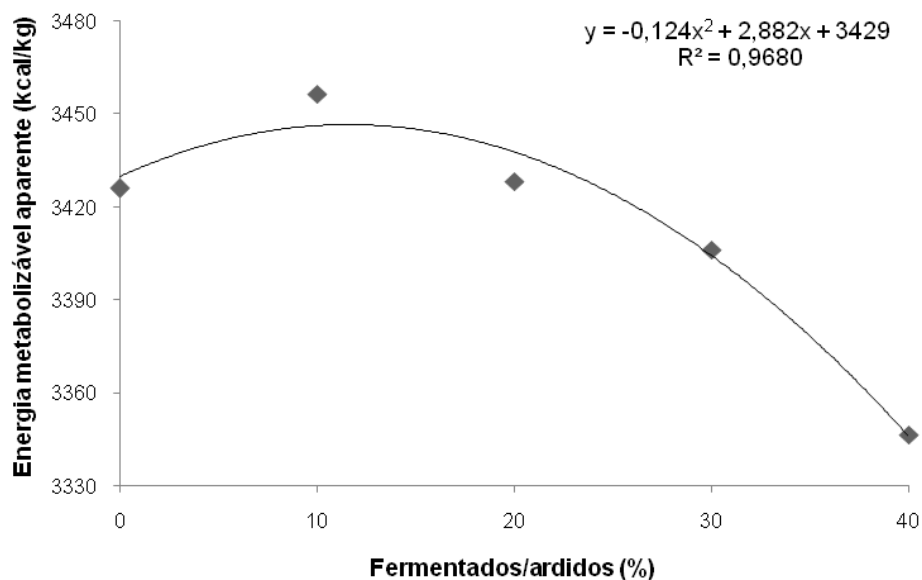


FIGURA 14. ENERGIA METABOLIZÁVEL APARENTE (EXPRESSO COM BASE NA MATÉRIA SECA) DE DIETAS CONTENDO CRESCENTES INCLUSÕES DE GRÃOS DE MILHO ATACADOS POR FUNGOS, DE FRANGOS DE CORTE MACHOS NO PERÍODO DE 18 A 21 DIAS DE IDADE.
FONTE: O AUTOR (2012).

Nota-se que de modo geral a energia metabolizável aparente da dieta diminuiu conforme se elevou a presença de grãos infestados por fungos. Rodrigues (2009) verificou que os milhos ardidos e fermentados apresentaram valores de energia metabolizável aparente de 3.290 kcal/kg e 3.334 kcal/kg, respectivamente.

Fungos produzem lipases que atuam no processo de oxidação lipídica (Dionello et al., 2000; Faroni et al., 2005), reduzindo o conteúdo de óleo dos grãos,

consequentemente alterando o valor de energia metabolizável do alimento (Carvalho et al., 2004). Krabbe (1995) constatou que o valor de energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio (EMAn) do milho fungado utilizado na alimentação de frangos de corte foi inferior aos resultados obtidos com aves alimentadas com rações em que se utilizou milho de qualidade.

O valor de energia metabolizável aparente apresentado pela dieta com 10% de grãos fermentados/ardidos foi maior que a dieta com 0% de inclusão destes grãos. Neste resultado pode estar embutido o erro de análise laboratorial, justificado pelo fato da provável baixa quantidade de grãos avariados acrescentados nas amostras analisadas, quando comparados os níveis de 0 e 10%. Assim, o erro experimental pode mascarar diferenças entre tratamentos com baixa inclusão do material testado.

A figura 15 traz os resultados de altura de vilo do íleo das aves aos 21 dias de idade que receberam rações com proporções de grãos de milho infestados por fungos (fermentados/ardidos). Pela análise de regressão, verificou-se que o modelo linear ($P < 0,05$) foi o que melhor se ajustou aos dados observados para a variável. Para cada 1% de grãos avariados, há uma diminuição de aproximadamente 2,29 μm na altura de vilo do íleo das aves.

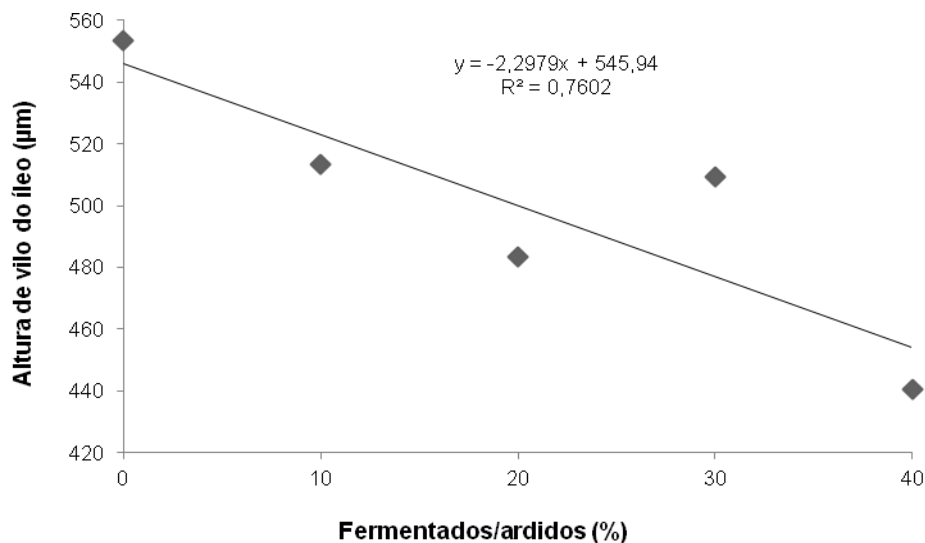


FIGURA 15. ALTURA DE VILO NO ÍLEO DE FRANGOS DE CORTE MACHOS AOS 21 DIAS DE IDADE, QUE RECEBERAM DE DIETAS CONTENDO CRESCENTES INCLUSÕES DE GRÃOS DE MILHO ATACADOS POR FUNGOS.
FONTE: O AUTOR (2012).

Quanto pior a qualidade do milho nas rações experimentais, menor a altura dos vilos do íleo. Este fato pode ser justificado pela maior presença de micotoxinas, que provocam necrose das células epiteliais da cripta, ocasionando atrofia de vilosidades (Li et al., 1999), afetando negativamente as células responsáveis pela absorção dos nutrientes (enterócitos).

A figura 16 traz os resultados de profundidade de cripta de íleo das aves aos 21 dias de idade que receberam ração com proporções de grãos de milho infestados por fungos (fermentados/ardidos). Pela análise de regressão, verificou-se que o modelo linear ($P < 0,05$) foi o que melhor se ajustou aos dados observados para a variável. Para cada 1% de grãos avariados, houve aumento de cerca de 0,73 µm na profundidade de cripta do íleo das aves.

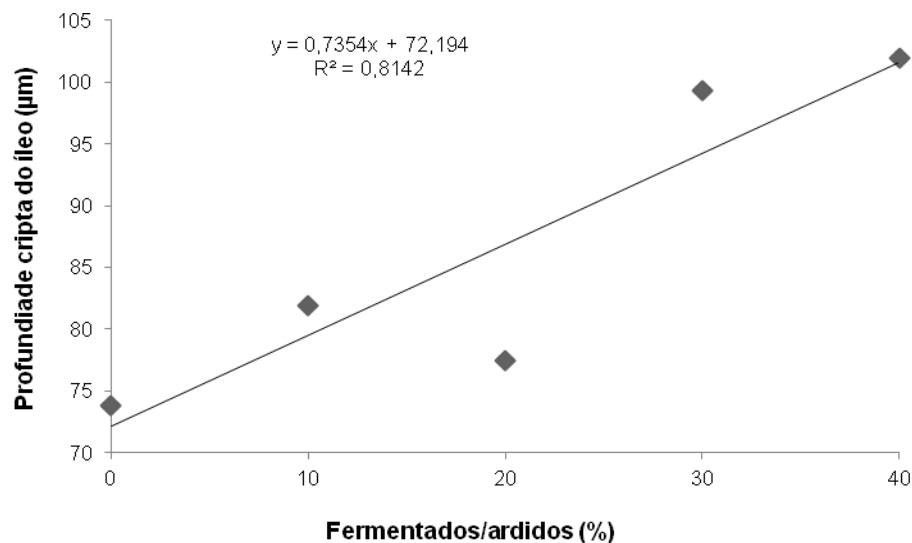


FIGURA 16. PROFUNDIDADE DE CRIPTA NO ÍLEO DE FRANGOS DE CORTE MACHOS AOS 21 DIAS DE IDADE, QUE RECEBERAM DE DIETAS CONTENDO CRESCENTES INCLUSÕES DE GRÃOS DE MILHO ATACADOS POR FUNGOS.
 FONTE: O AUTOR (2012).

As criptas foram mais profundas de acordo com a maior presença de grãos avariados na dieta das aves. O aumento na proliferação das células das criptas normalmente corresponde a criptas mais profundas, demonstrando tentativas de renovação epitelial por conta da agressão sofrida nas vilosidades (Pluske et al., 1997; Loddi, 2003), provavelmente pela presença de micotoxinas.

A figura 17 traz os resultados de contagem de células caliciformes do íleo das aves aos 21 dias de idade que receberam ração com proporções de grãos de milho infestados por fungos (fermentados/ardidos). Pela análise de regressão, verificou-se que o modelo quadrático ($P < 0,05$) foi o que melhor se ajustou aos dados observados para a variável.

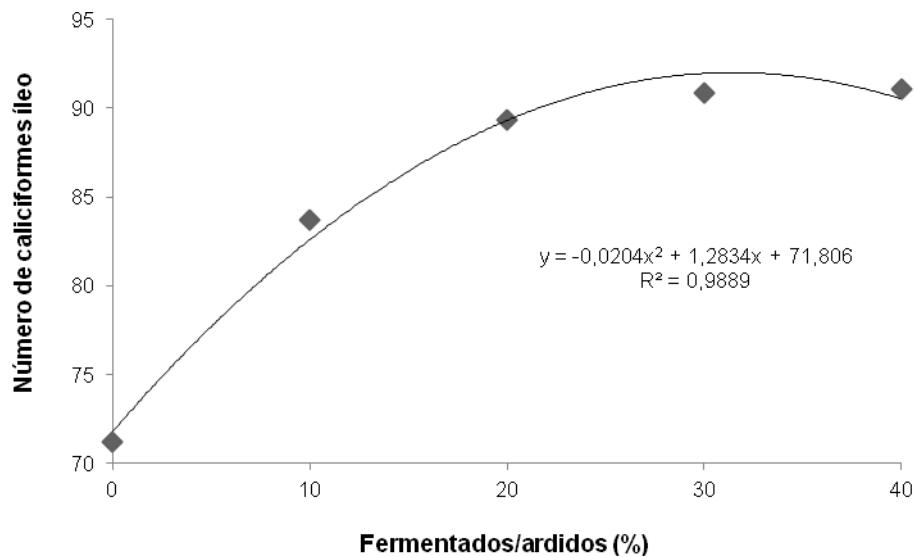


FIGURA 17. CONTAGEM DE CÉLULAS CALICIFORMES NO ÍLEO DE FRANGOS DE CORTE MACHOS AOS 21 DIAS DE IDADE, QUE RECEBERAM DE DIETAS CONTENDO CRESCENTES INCLUSÕES DE GRÃOS DE MILHO ATACADOS POR FUNGOS. FONTE: O AUTOR (2012).

O número de células caliciformes foi incrementado com a maior porcentagem de grãos atacados por fungos. Isto porque células caliciformes são responsáveis pela lubrificação, atuando como barreira protetora do epitélio intestinal. Em casos de desafio, o número destas células aumenta, com maior produção de muco (Brown, 1992).

A tabela 8 traz os resultados de análises de micotoxinas das rações experimentais. Resultantes do metabolismo fúngico secundário, as micotoxinas são substâncias tóxicas de baixo peso molecular e sem imugenicidade (Tanaka et al., 2001).

TABELA 8. QUANTIFICAÇÃO DE MICOTOXINAS NAS RAÇÕES EXPERIMENTAIS

% de grãos fermentados/ardidos nas rações experimentais	F B1 (ppb)	F B2 (ppb)	DON (ppb)	ZEA (ppb)
0	194	128	0	149
10	638	263	200	207
20	804	309	240	323
30	1130	487	280	559
40	1390	476	311	604

F B1 – Fumonissina B1; F B2 – Fumonissina B2; DON – Deoxinivalenol; Zea – Zearalenona.

FONTE: O AUTOR (2012).

Nota-se que o aumento da presença de grãos de milho atacados por fungos, se elevou também a presença de micotoxinas. Estes resultados podem justificar os resultados obtidos nas avaliações de desempenho, metabolizabilidade de nutrientes e morfometria intestinal. Micotoxinas alteram a digestibilidade e a absorção dos nutrientes, prejudicando o desempenho animal (Hauschild et al., 2006), afetando o sistema imune e sistemas enzimáticos relacionados a mecanismos de desintoxicação do organismo animal (Shiroma et al., 2010).

Os níveis de fumonissina das rações foram bastante elevados, e estes resultados estão diretamente ligados aos resultados obtidos para morfometria intestinal, pois segundo Bouhet et al. (2004), fumonissinas são bloqueadoras de mitose, diminuindo a proliferação de células absorptivas epiteliais. Além disso, ocorre hiperplasia de células caliciformes intestinais em pintos recebendo 300 mg FB1/kg fumonissina B1 (FB1) por duas semanas (Brown et al., 1992). Já com baixas doses de Deoxinivalenol (DON) há interferência na diferenciação de enterócitos (Kasuga et al., 1998).

4.4. CONCLUSÕES

O retorno obtido com o uso de rações com grãos de qualidade é comprovado pela melhor resposta do animal. Quanto maior a quantidade de grãos de milho fermentados e ardidos nas rações de frangos de corte, piores são os resultados de desempenho zootécnico, metabolizabilidade de matéria seca e energia, e características de morfometria intestinal.

Com resposta linear, para cada 1% de inclusão de grãos fermentados/ardidos, piora-se em 0,0011 g/g a conversão alimentar e reduz-se 0,24 g do ganho de peso das aves de 1 a 7 dias de idade; há uma diminuição de 0,65 g no ganho de peso das aves, e uma piora de 0,001 g/g na conversão alimentar de 1 a 21 dias de idade. Também, a cada 1% de grãos avariados, piora-se em 0,05% o coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca, há diminuição de 2,29 μm na altura de vilo e aumento de 0,73 μm na profundidade de cripta do íleo das aves. Para energia metabolizável aparente da dieta fornecida às aves e contagem de células caliciformes do íleo, o modelo quadrático foi o que melhor se ajustou aos dados observados para as variáveis.

4.5. REFERÊNCIAS

ASSOCIATION OF THE OFFICIAL ANALITICAL CHEMISTS – AOAC. **Official and tentative methods of analysis**, 16.ed. Arlington, Virginia: AOAC International, 1995.

BARBARINO JUNIOR, P. **Avaliação da qualidade nutricional do milho pela utilização de técnicas de análise uni e multivariadas**. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa - MG, 2001.

BOUHET, S.; HOURCADE, E.; LOISEAU, N.; FIKRY, A.; MARTINEZ, S.; ROSELLI, M.; GALTIER, P.; MENGHERI E.; OSWALD, I. P. The mycotoxin fumonisin B1 alters the proliferation and the barrier function of porcine intestinal cells. **Toxicological Sciences**, v. 77, n. 1, p. 165-171, 2004.

BROWN, T.P.; ROTTINGHAUS, G.E.; WILLIAMS, M.E. Fumonisin mycotoxicosis in broilers: performance and pathology. **Avian Diseases**, v. 36, n. 2, p. 450-454, 1992.

CARVALHO, D. C. O.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S.; OLIVEIRA, J. E.; JÚNIOR, J. G. V.; TOLEDO, R. S.; COSTA, C. H. R.; PINHEIRO, S. R. F.; SOUZA, R. M. Composição Química e Energética de Amostras de Milho Submetidas a Diferentes Temperaturas de Secagem e Períodos de Armazenamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 2, p. 358-364, 2004.

COWIESON, A. J. Factors that affect the nutritional value of maize for broilers. **Animal Feed Science and Technology**, v. 119, p. 293-305, 2004.

DALE, N.; JACKSON, D. True metabolizable energy of corn fractions. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 3, p. 179-183, 1994.

DA SILVA, MARCELO; GARCIA, G.T. ; VIZONI, E. ; KAWAMURA, O. ; HIROOKA, E.Y.; ONO, E.Y.S. Effect of the time interval from harvesting to the pre-drying step on natural fumonisin contamination in freshly harvested corn from the State of Parana, Brazil. **Food Additives and Contaminants**, v. 25, n. 1, p. 642-649, 2008.

DIONELLO, R. G.; RADÜNZ, L. L.; CONRAD, V. J. D.; LUCCA F.; Orlando; ELIAS, M. C. Temperatura do ar na secagem estacionária e tempo de armazenamento na qualidade de grãos de milho. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 6, n. 2, p. 137-143, 2000.

FARONI, L.R.D.; BARBOSA, G.N.O.; SARTORI, M.A.; CARDOSO, F.S.; ALENCAR, E.R. Avaliação qualitativa e quantitativa do milho em diferentes condições de armazenamento. **Revista Engenharia na Agricultura**, v. 13, n. 3, p. 193-201, 2005.

FIGUEIREDO, A.N.R ODRIGUES, S.; SHIROMA, N.N.; STECKELBERG, A.; VALERI, P.B.; PENZ JUNIOR, A.M. Relação entre densidade e a energia metabolizável aparente (EMAn) das diferentes frações do milho nas dietas para frangos de corte. **Ergomix**, 2009. Disponível em: <<http://pt.engormix.com/MA-avicultura/nutricao/artigos.htm>> Acesso em: 03/09/2011.

GODOI, M.J.S.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; GOMES, P.C.; BARRETO, S.L.T.; JUNIOR, J.G.V. Utilização de aditivos em rações formuladas com milho normal e de baixa qualidade para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 6, p. 1005-1011, 2008.

GOMPERTZ, O.F.; RIVERA, I.N.G; GAMBALE, W. ; PAULA, C.R.; CORRÊA, B. Características Gerais das Micoses. IN: Trabulsi, L.R; ALTERTHUM, F. **Microbiologia**. 4. ed. Atheneu: São Paulo, 2004. Cap. 65, p. 451-459.

HAUSCHILD, L.; LOVATTO, P.A.; KUNRATH, M.A.; CARVALHO, A.A.; GARCIA, G.G.; MALLMANN, C.A. Digestibilidade de dietas e balanços metabólicos de suínos alimentados com dietas contendo aflatoxinas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 5, p.1570-1575, 2006.

KASUGA, F.; HARA-KUDO, Y.; SAITO, N.; SUGITA-KONISHI, Y. In vitro effect of deoxynivalenol on the differentiation of human of human colonic cell lines caco-2 and T84. **Mycopathology**, v. 142, n. 3, p. 161-167, 1998.

KRABBE, E.L. **Efeito do desenvolvimento fúngico em grãos de milho durante o armazenamento e do uso de ácido propiônico sobre as características nutricionais e o desempenho de frangos de corte**. 176p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre - RS, 1995.

LI, Y.C.; LEDOUX, D.R.; BERMUDEZ, A.J.; FRITSCH, K.L.; G.E. ROTTINGHAUS. Effects of fumonisin B1 on selected immune responses in broiler chicks. **Poultry Science**, v. 78, n. 9, p. 1275-1282, 1999.

LODDI, M.M. **Probióticos, prebióticos e acidificante orgânico em dietas para frangos de corte**. 52p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, 2003.

MATTERSON, L.D.; POTTER, L.M.; STUTZ, M.W. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. **Agricultural Experiment Station Research Report**, v. 7, p. 3-22, 1965.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. **Portaria nº 845**, Novembro de 1976.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. **Portaria nº 11**, Abril de 1996.

MOTIC IMAGES PLUS, **Motic 2.0**. Motic China Group Co. Ltd, West Chester, OH. 2001-2004.

PLUSKE, J.R.; HAMPSON, D.J.; E WILLIAMS, I.H. Factors influencing the structure and function of the small intestine en the weaned pig: a review. **Livestock Production Science**, v. 51, p. 215-236, 1997.

RODRIGUES, S.I.F.C. **Avaliação da qualidade do milho e predição da energia metabolizável para uso em avicultura**. 120p. Tese (Doutorado em Ciência Animais) - Universidade de Brasília. Brasília, 2009.

SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: Funep, 283p, 2007.

SANTIN, E.; MAIORKA, A.; GAMA, N.M.S.Q.; DAHLKE, F.; KRABBE, E.L.; PAULILLO, A.C. Efeitos de produto de exclusão competitiva na prevenção dos efeitos tóxicos da ocratoxina A em frangos. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, Campinas, v. 3, n. 2, 2001.

SAS INSTITUTE INC. **SAS 9.1**. Cary, NC: SAS Institute Inc., 2006.

SHIROMA, N.N.; DARI, R.; PENZ JUNIOR, A.M. Milho: um importante ingrediente para a avicultura. **Revista Nutrition for tomorrow**, v. 04, Ano 02, Setembro 2010, p. 50-55.

SMIRNOV A.; SKLAN D.; UNI, Z.. Mucin dynamics in the chick small intestines are altered by starvation. **Journal Nutrition**, v. 134, p. 736-742, 2004.

STRINGHINI, J.H.; MOGYCA, N.S.; ANDRADE, M.A.; ORSINE, G.F.; CAFÉ, M.B.; BORGES, S.A. Efeito da Qualidade do Milho no Desempenho de Frangos de Corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 1, p. 191-198, 2000.

TANAKA, M.A.S.; MAEDA, J.A.; PLAZAS, I.H.A.Z.. Microflora fúngica de sementes de milho em ambientes de armazenamento. **Scientia Agrícola**, v. 58, n. 3, p. 501-508, 2001.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

É indiscutível a importância do milho na nutrição animal e é clara a necessidade do monitoramento de sua qualidade. Fica evidente com os resultados aqui obtidos que a qualidade de grãos de milho relacionada à proliferação fúngica, comprovada com a presença de grãos fermentados e ardidos, altera suas propriedades físicas e químicas, afetando o desempenho zootécnico e o aproveitamento das dietas pelos animais.

Fungos são microorganismos que conseguem afetar negativamente as aves por diferentes aspectos, e por isso não é possível separar os efeitos nutricionais dos efeitos de micotoxinas. No contexto deste trabalho, foi possível cruzar várias informações: características físicas, químicas e microbiológicas de grãos de milho, estas afetadas especialmente pela ação dos fungos. No entanto, devido a diversos fatores que influenciam simultaneamente a qualidade dos grãos, estes não devem ser considerados de forma isolada, pois cada um tem seu papel.

O trabalho realizado para tratar do ataque fúngico em grãos abrange um conjunto de ações para ser realmente eficiente. Ações relativamente simples, como por exemplo, investimento em materiais (jogo de peneiras, balanças, equipamentos para medição de densidade) e treinamentos da equipe de recebimento de grãos e/ou do controle de qualidade das fábricas para se alcançar uma correta classificação física, são extremamente eficientes. A segregação de milho em silos distintos considerando diferentes qualidades, seja por aspectos químicos (teor de lipídeos, por exemplo), físicos (densidade, nível de proliferação fúngica por meio de quantificação de grãos fermentados e ardidos), e até mesmo por quantificação da presença de micotoxinas, são outros exemplos de ferramentas disponíveis.

A qualidade do milho é determinante para a redução dos custos de produção animal e geração de rações de qualidade. É possível alcançar bons resultados quando se sabe onde e como devem ser aplicados esforços para melhorias. É necessário investimento, já que temos informações que justificam grande atenção a este ingrediente.

ANEXOS

ANEXO 1 – Certificado de aprovação do trabalho pela Comissão de Ética no Uso de Animais do Setor de Ciências Agrárias da UFPR.....	99
--	----



Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências Agrárias
Comissão de Ética no Uso de Animais – CEUA SCA

CERTIFICADO

Certificamos que o protocolo no. 031/2010, referente ao projeto “Impacto da presença de grãos de milho avariados em dietas de frangos”, sob a responsabilidade de Paula Carvalho Leal, na forma que foi apresentado, foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais do Setor de Ciências Agrárias, em reunião realizada dia 04 de março de 2011. Este certificado expira em 04 de março de 2012.

CERTIFICATE

We certify that the protocol number 031/2010, regarding the project “Impact of the presence of damaged corn diets broilers”, in charge of Paula Carvalho Leal, in the terms it was presented, was approved by the Animal Use Ethics Committee of the Agricultural Sciences Campus of the Universidade Federal do Paraná (Federal University of the State of Paraná, Southern Brazil) during session on March 2011. This certificate expires on March, 2012.

Curitiba, 04 de março de 2011.

Geraldo Camilo Alberton
Presidente

Patrick Schmidt
Vice-Presidente

Comissão de Ética no Uso de Animais
Setor de Ciências Agrárias
Universidade Federal do Paraná.